# This Page Is Inserted by IFW Operations and is not a part of the Official Record

# **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

# IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents will not correct images, please do not report the images to the Image Problems Mailbox.

# ENT COOPERATION TRE

# From the INTERNATIONAL BUREAU

# **PCT**

# **NOTIFICATION OF ELECTION**

(PCT Rule 61.2)

To:

Commissioner
US Department of Commerce
United States Patent and Trademark

Office, PCT

2011 South Clark Place Room

CP2/5C24

Arlington, VA 22202

Date of mailing (day/month/year) 14 November 2000 (14.11.00)	ETATS-UNIS D'AMERIQUE in its capacity as elected Office				
International application No. PCT/DE00/00859	Applicant's or agent's file reference 99P2377P				
International filing date (day/month/year) 20 March 2000 (20.03.00)	Priority date (day/month/year) 19 March 1999 (19.03.99)				
Applicant  KLINKE, Stefano, Ambrosius et al					

1.	The designated Office is hereby notified of its election made:
	X in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:
-	17 October 2000 (17.10.00)
	in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:
	·
2.	The election X was
	was not
	made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland **Authorized officer** 

Kiwa Mpay

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

# TORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM Internationales Büro

# INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

Veröffentlichungsdatum:

(51) Internationale Patentklassifikation 7: WO 00/57671 (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: A2 H04R 3/00 (43) Internationales 28. September 2000 (28.09.00)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/00859

(22) Internationales Anmeldedatum: 20. März 2000 (20.03.00)

(30) Prioritätsdaten:

199 12 525.2 19. März 1999 (19.03.99) DE DE 23. Juli 1999 (23.07.99) 199 34 724.7

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KLINKE, Stefano, Ambrosius [DE/DE]; Winterswijkerstr. 34, D-46399 Bocholt (DE). LECKSCHAT, Dieter [DE/DE]; Hemdener Weg 27 B, D-46399 Bocholt (DE). AUBAUER, Roland [AT/DE]; Mussumer Kirchweg 174, D-46395 Bocholt (DE). KERN. Ralf [DE/DE]; Hildegardisstr. 1, D-46399 Bocholt (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (81) Bestimmungsstaaten: AU, BR, CA, CN, CZ, HU, ID, IL, IN, JP, KR, MX, NO, PL, RU, TR, UA, US, VN, ZA, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

#### Veröffentlicht

Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

- (54) Title: METHOD AND DEVICE FOR RECEIVING AND TREATING AUDIOSIGNALS IN SURROUNDINGS AFFECTED BY NOISE
- (54) Bezeichnung: VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUM AUFNEHMEN UND BEARBEITEN VON AUDIOSIGNALEN IN EINER STÖRSCHALLERFÜLLTEN UMGEBUNG

CONTROLLABLE

steuerbare

#### (57) Abstract

The aim of the invention is to receive and treat audiosignals with a good user signal to fault signal ratio in noise conditions and with a good ratio between the direct and the reflected echo in surroundings which are especially not free from reverberation. Electrical signals are produced by converting recorded audiosignals. Said electrical signals are treated by a given microphone assembly in such a way that electrical signals having different strengths (different sensitivities of the microphones) and being produced by the microphones are compensated automatically, i.e. without manual and individual compensation procedures which have to be carried out separately, when the sound pressure levels of the microphones pertaining to the microphone assembly are equal. According to the invention, the properties of an array of microphones are combined to the properties of a method for compensating the sensitivity of microphones.

#### (57) Zusammenfassung

Um Audiosignale mit einem guten Nutzsignal-zu-Störsignal-Verhältnis unter Störschallbedingungen REINFORCEMENT Verstärkung/ WEAKINING Abschwächung Pegel-MEASURING messuno Abschwächung Mikrofon n SURTRACTION  $e = \bar{x}_1 - \bar{x}'$ MICROPHONE n Subtraktion Mikrofon 2 MICROPHONE 2 Subtraktion SUBTRACTION Mikrofon 1 (Referenz) MICROPHONE 1 (REFERENCE)

I FVFI

und mit einem guten Verhältnis zwischen dem direkten und dem reflektierten Schall in einer, insbesondere nicht nachhallfreien, Umgebung aufzunehmen und zu bearbeiten, werden von einer vorgegebenen Mikrofonanordnung aus aufgenommenen Audiosignalen durch Umwandlung erzeugte elektrische Signale derart bearbeitet, daß bei gleichen Schalldruckpegeln an den Mikrofonen der Mikrofonanordnung von diesen erzeugte, unterschiedlich starke elektrische Signale - unterschiedliche Empfindlichkeiten der Mikrofone - automatisch, d.h. ohne manuelle individuell und separat vorzunehmende Ausgleichsprozeduren, ausgeglichen werden. Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, die Eigenschaften eines Arrays von Mikrofonen mit denen eines Verfahrens zum Ausgleichen der Empfindlichkeit von Mikrofonen zu kombinieren.

# LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Słowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
ΑU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
ΑZ	Aserbaidschan	. GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	zw	Zimbabwe
CM Kamerun Korea		Korea	PL	Polen			
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumānien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dånemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia .	SG	Singapur		

1

# Beschreibung

5

10

Verfahren und Einrichtung zum Aufnehmen und Bearbeiten von Audiosignalen in einer störschallerfüllten Umgebung

Bisherige Verfahren und Einrichtungen zum Aufnehmen und Bearbeiten von Audiosignalen (z.B. Sprach-, und/oder Tonsignalen) in einer störschallerfüllten Umgebung basieren entweder auf der Verwendung eines Richtmikrofons (Gradientenmikrofone) erster Ordnung oder auf ein Mikrofon-Array von zwei oder mehreren Einzelmikrofonen (z.B. Kugelmikrofonen). Im letztgenannten Fall werden zusätzliche digitale Filter verwendet, um die Frequenzgänge von den Mikrofonen auszugleichen.

- Sowohl die Richtmikrofone als auch die Mikrofon-Arrays zählen zu den Freifeldmikrofonen, die durch ihre Richtwirkung eine Trennung von Nutz- und Störschall erlauben und deren Ausgangssignale über das "Delay-and-Sum-Prinzip" addiert werden.
- 20 Mikrofonarrays sind Anordnungen aus mehreren räumlich getrennt positionierten Mikrofonen, deren Signale so verarbeitet werden, daß die Empfindlichkeit der Gesamtanordnung eine Richtungsabhängigkeit aufweist. Die Richtwirkung ergibt sich aus den Laufzeitdifferenzen (Phasenbeziehungen), mit denen 25 ein Schallsignal an den verschiedenen Mikrofonen des Arrays eintrifft. Beispiele dafür sind sogenannte Gradientenmikrofone oder Mikrofonarrays, die nach dem Delay-and-Sum-Beamformerprinzip arbeiten. Bei der technischen Realisierung von Mikrofonarrays besteht das Problem der Serienstreuung der verwendeten Einzelmikrofone hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit und ihres Frequenzgangs. Die Empfindlichkeit bezeichnet dabei die Eigenschaft eines Mikrofons, aus einem vorgegebenen Schalldruckpegel ein elektrisches Signal zu erzeugen. Der Frequenzgang stellt die Empfindlichkeit des Mikrofons über 35 der Frequenz dar. Der von den Mikrofonherstellern angegebene Toleranzbereich liegt typischerweise zwischen ± 2 und ± 4 dB. Sind diese Mikrofoncharakteristiken innerhalb eines Mikrofon-

\*\*\*\*\*\*\*\*

10

25

30

arrays unterschiedlich, so werden der Frequenzgang und die Richtcharakteristik der Gesamtanordnung negativ beeinflußt. In der Regel weist der Frequenzgang eine erhöhte Welligkeit auf, während die Richtwirkung deutlich abnimmt. Tabelle 1 zeigt in diesem Zusammenhang die Abnahme des Bündelungsmaßes eines Gradientenmikrofons zweiter Ordnung (Mikrofonarray aus zwei einzelnen Nierenmikrofonen), wenn die beiden Einzelmikrofone unterschiedliche Empfindlichkeiten aufweisen. Das Bündelungsmaß bezeichnet hierbei die Unterdrückung von diffus einfallendem Schall gegenüber Nutzschall aus der Mikrofonhauptachse.

Bislang mußten die Empfindlichkeit und der Frequenzgang der Einzelmikrofone eines Arrays durch eine akustische Messung bestimmt und durch geeignete elektrische Verstärker und Filter aneinander angeglichen werden. Die Messung beinhaltet die Anregung des zu messenden Mikrofons mit einem über einen Lautsprecher erzeugten Schallreferenzsignal und die Aufnahme der von den Mikrofonen erzeugten elektrischen Signale. Aus den Mikrofonsignalen werden dann die für den Ausgleich notwendigen Verstärkungsfaktoren und Filterparameter berechnet und entsprechend eingestellt.

Die akustische Messung der Mikrofonparameter bedeutet einen hohen technischen Aufwand und verursacht dementsprechende Kosten bei der Fertigung von Mikrofonarrays. Zudem erfolgt der Abgleich bei der Herstellung des Mikrofonarrays, so daß dieser nur für diesen einen Betriebszustand gültig ist. Andere Betriebszustände, z. B. unterschiedliche Versorgungsspannungen und Alterungseffekte der Mikrofone, bleiben unberücksichtigt.

Aus der US-5,463,694 ist ein Gradientenmikrofonsystem bekannt, bei dem von der Überlegung ausgegangen wird, daß Mikrofone im wesentlichen einen gleichen Frequenzgang und eine gleiche Empfindlichkeit haben. Mit dem Begriff "Empfindlichkeit" bezeichnet man die Eigenschaft eines Mikrofons aus ein

3

nem vorgegebenen Schalldruckpegel ein vorgegebenes elektrische Signal zu erzeugen.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, Audiosignale mit einem guten Nutzsignal-zu-Störsignal-Verhältnis unter Störschallbedingungen und mit einem guten Verhältnis zwischen dem direkten und dem reflektierten Schall in einer, insbesondere nicht nachhallfreien, Umgebung aufzunehmen und zu bearbeiten.

10

5

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Patentansprüche 1 und 19 gelöst.

Die der Erfindung zugrundeliegende Idee besteht darin, daß
von einer vorgegebenen Mikrofonanordnung aus aufgenommenen
Audiosignalen durch Umwandlung erzeugte elektrische Signale
derart bearbeitet werden, daß bei gleichen Schalldruckpegeln
an den Mikrofonen der Mikrofonanordnung von diesen erzeugte,
unterschiedlich starke elektrische Signale – unterschiedliche
20 Empfindlichkeiten der Mikrofone – automatisch, d.h. ohne manuelle individuell und separat vorzunehmende Ausgleichsprozeduren, ausgeglichen werden.

Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, die Eigen-25 schaften eines Array von Mikrofonen mit denen eines Verfahrens zum Ausgleichen der Empfindlichkeit von Mikrofonen zu kombinieren.

Die Vorteile dieser Vorgehensweise sind zum einen die einfache Realisierung in Verbindung mit dem dabei erreichten (optimalen) Ergebnis und zum anderen das gute Verhältnis zwischen der Komplexität der Mikrofonanordnung (Arrays) und dem
Ergebnis.

Das mit der Erfindung erzielbare Ergebnis ist gegenüber dem Ergebnis, das mit dem US-Patent 5,463,694 erreichbar ist,

deutlich verbessert. Dies wird an der nachfolgenden Tabelle ersichtlich:

Die Tabelle zeigt den Zusammenhang zwischen "Unterschied der Empfindlichkeit der Mikrofone (Delta)" und "Bündelungsmaß"

Delta (dB)	Bündelungsmaß (dB)
0	8,7
1	8,4
2	8,1
3	7,8
4	7,5
5	7,2
6	6,9

Fazit: Je größer der Unterschied der Empfindlichkeit der Mikrofone, desto schlechter wird das Bündelungsmaß.

Mit dem Verfahren bzw. der Einrichtung kann für jede störschallerfüllte Umgebung ein optimales Bündelungsmaß der Mikrofonanordnung erreicht werden, weil es die Empfindlichkeit

der Mikrofone immer automatisch ausgleicht.

Ein Parameter, um ein Richtmikrofon zu beurteilen, ist das Bündelungsmaß. Dieses beschreibt, anschaulich ausgedrückt, inwieweit eine Unterdrückung von diffus (allseitig) einfallendem Schall gegenüber einem Nutzschall aus der Hauptachse erreicht wird. Dabei ist das Bündelungsmaß eine logarithmische Größe und wird demnach in Dezibel ausgedrückt.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die vorgestellte Lösung besteht vorzugsweise aus einem Array von Mikrofonen und Filtern, um die Empfindlichkeit der Mikrofone auszugleichen und den gewünschten Frequenzgang des Arrays zu erreichen.

10

15

20

\*\*\*\*\*\*\*\*\*

25

Gegenüber den bekannten Mikrofon-Arrays, die komplizierte digitale Filter benötigen, um die Frequenzgänge der Mikrofone auszugleichen, braucht das vorgestellte Verfahren bzw. die vorgestellte Einrichtung nur die Ausgleichung der Empfindlichkeit. Und das kann entweder mit einem einfachen digitalen Filter oder mit einer analogen Schaltung realisiert werden.

Mit dem vorgestellten Array, in dem im einfachsten Fall zwei
einfache Richtmikrofone benutzt werden, werden Bündelungsmaße
erreicht, die mit einem einfachen Richtmikrofon nicht erreichbar sind. Ein Array mit Kugelmikrofonen kann diese Ergebnisse erreichen, aber nur wenn das Array mit mehr als zwei
Mikrofonen gebaut ist. Außerdem wird vorzugsweise für jedes
Mikrofon ein Filter benötigt, um die Frequenzgänge von den
verschiedenen Mikrofonen auszugleichen.

Um die Empfindlichkeit der Mikrofone auszugleichen, sollte man die Mikrofone mit einer Schallquelle, die orthogonal zu der Achse der Mikrofone angeordnet ist, anregen, um die Korrektur der Empfindlichkeit zu berechnen. Aber in der Praxis ist dies nicht immer möglich.

20

25

30

Alternativ ist es auch möglich, die Empfindlichkeit unabhängig von der Position der Schallquelle auszugleichen. Dies ist aber nur dann möglich, wenn die Schallquelle nur Tieffrequenzanteile hat und deren Wellenlänge viel größer ist als der Abstand zwischen den Mikrofonen. Bei einer Mikrofonanordnung mit zwei Mikrofonen sollte die Wellenlänge z.B. größer als der doppelte Mikrofonabstand sein, während die Wellenlänge bei der Mikrofonanordnung mit mehr als zwei Mikrofonen größer als die Summe der einzelnen Mikrofonabstände sein sollte.

Die Mikrofone sind darüber hinaus paarweise vorzugsweise so positioniert, daß ihre Hauptachsen auf einer gemeinsamen Achse liegen. Es sind aber auch Abweichungen hiervon bezüglich WO 00/5/0/1 1 C1/DE00/00000

6

eines Kipp- bzw. Verstellwinkels, der z.B. im Bereich zwischen 0° und 40° variieren kann, und bezüglich eines Versatzabstandes, der z.B. kleiner als der oder gleich dem Mikrofonabstand ist, möglich. In all diesen Abweichungsfällen gibt
es vorzugsweise immer ein Bezugsmikrofon mit einer Bezugshauptachse, gegenüber dem bzw. der die jeweils anderen Mikro-

es vorzugsweise immer ein Bezugsmikrofon mit einer Bezugshauptachse, gegenüber dem bzw. der die jeweils anderen Mikrofone der Mikrofonanordnung um einen Verstellwinkel zur Hauptachse und einem Versatzabstand angeordnet sind.

Die Signale von den Mikrofonen werden z.B. von einem Block verarbeitet, um die Empfindlichkeit der Mikrofone auszugleichen. Danach wird die Differenz sowie die Summe von den zwei Signalen gebildet und daraus eine Linearkombination gebildet, um ein Signal mit einer Richtcharakteristik höherer Ordnung als die von den zwei Mikrofonen des Arrays zu erhalten.

Zuletzt wird das Signal mit einem Filter verarbeitet, um den gewünschten Frequenzgang und Empfindlichkeit des Arrays zu erreichen.

20

25

30

Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn die Mikrofonanordnung ein grenzflächig (an einer "akutischen Grenzfläche"; eine "akutische Grenzfläche" ist in der Akustik eine harte Fläche, z.B. ein Tisch in einem Raum, die Fensterscheibe oder das Dach in einem Auto etc.) aufgebautes Gradientenmikrofon zweiter Ordnung (Quadrupolmikrofon) ist, weil dadurch der Signal-/Eigengeräuschstörabstand verbessert wird. Dabei wird außerdem der Störabstand zwischen Nutzsignal und Umgebungsgeräusch bei einer Schallaufnahme in Situationen mit hohem Umgebungsgeräusch, wie z.B. in Fahrzeugen oder öffentlichen Räumen vergrößert. Die subjektive Verständlichkeit aufgenommener Sprache wird somit in halliger Umgebung, wie z.B. in Räumen mit stark reflektierenden Wänden (Auto, Telefonzelle, Kirche) erhöht.

35

Das Quadrupolmikrofon besteht aus der Kombination zweier Gradientenmikrofone erster Ordnung mit nierenförmiger Charakte-

PCT/DE00/00859 WO 00/57671

10

15

20

25

30

35

ristik, deren Ausgangssignale voneinander subtrahiert werden. Durch diese Maßnahme wird das Bündelungsmaß von 4.8 auf 10 dB erhöht. Das Bündelungsmaß gibt hierbei den Gewinn an, mit dem das in der Mikrofonhauptachse einfallende Nutzsignal gegenüber dem diffus einfallenden Störsignal verstärkt wird. Durch die geeignete Anordnung der Einzelmikrofone des Quadrupolmikrofons an einer Grenzfläche wird die Nutzsignalempfindlichkeit des Mikrofons um weitere 6 dB gesteigert und der im unteren Frequenzbereich prinzipiell geringe Eigengeräuschabstand von Gradientenmikrofon höherer Ordnung signifikant verbessert.

Wesentlich an der vorgeschlagenen Lösung ist der im Vergleich zu bisherigen Lösungen geringe Aufwand, mit dem die Nutzsignalverbesserung erzielt wird. Gleichzeitig sind die äußeren Abmessungen des Grenzflächenquadrupolmikrofons bei einer vergleichbaren Richtwirkung geringer als bei bekannten Anordnungen. Bei der vorgeschlagenen Anordnung werden Interferenzen des eintreffenden Direktschalls mit dem von der Grenzfläche reflektierten Schall, die die Richtwirkung eines grenzflächennahen Mikrofons stören können, vermieden.

Mit dem grenzflächigen Aufbau des Gradientenmikrofons wird das in der Hauptachse einfallende Mikrofonnutzsignal gegenüber dem Mikrofoneigengeräusch um 6 dB angehoben.

Grenzflächig aufgebaute Gradientenmikrofone höherer Ordnung können überall dort sinnvoll eingesetzt werden, wo eine qualitativ hochwertige Aufnahme von akustischen Signalen in gestörter Umgebung benötigt wird. Neben einer hohen Störsignalunterdrückung bewirkt die hohe Richtwirkung des Mikrofons auch eine deutliche Unterdrückung des Nachhalls in Räumen, so daß auch in ruhigen Räumen eine deutliche höhere Sprachverständlichkeit erzielt wird. Beispiele für den Einsatz der vorgestellten Erfindung können Freisprecheinrichtungen von Telefonen und automatische Spracherkennungssysteme aber auch Konferenzmikrofone sein.

I CHAPPOULOUS

\*\* \*\* \*\*\*\*\*\*\*\*\*

20

30

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der FIGUREN 1 bis 8 erläutert.

Die Realisierung des Empfindlichkeitsabgleichs ist in den FIGUREN 1 und 2 dargestellt. Wenn die beiden Mikrofone einen annähernd gleichen Frequenzgang aufweisen, ist der Empfindlichkeitsabgleich in einem eingeschränkten Frequenzbereich hinreichend, um über den gesamten Übertragungsbereich das gewünschte Bündelungsverhalten zu erreichen. In praktischen Fällen ist die Bedingung "gleicher Frequenzgang" in guter Näherung erfüllt.

Vorteilhaft kann das in der FIGUR 2 dargestellte Filter als 15 Tiefpaß mit einer Eckfrequenz von beispielsweise 100 Hz ausgeführt werden.

Die möglichen Anwendungen für ein Gradientenmikrofon der zweiten Ordnung sind in allen Fällen, wo man eine gute Übertragung der Sprache in geräuschvollen Umgebungen braucht. Beispielsweise kann es ein Mikrofon für eine Freisprechanlage im Auto oder das Mikrofon für ein Spracherkennungssystem sein, das im Freisprechbetrieb funktioniert.

# 25 Automatischer Abgleich der Mikrofonempfindlichkeit

Die vorgestellte Lösung des Problems des Mikrofonempfindlichkeitsabgleichs beruht auf einem automatischen Abgleich der
Mikrofonsignalpegel während des Betriebs der Mikrofone in einem Array. Hierbei ist der vorhandene Umgebungsgeräusch- bzw.
der Nutzsignalpegel ausreichend. Die von den Mikrofonen aufgenommenen Mikrofonsignalpegel bzw. die -amplituden werden
unabhängig von ihrer Phasenlage gemessen und aneinander angeglichen. Dabei muß angenommen werden, daß die an den Mikrofonen eintreffenden Schalldruckpegel praktisch gleich bzw. die
Abweichungen deutlich unter der Toleranz der Mikrofonempfindlichkeit liegen. Diese Bedingung ist erfüllt, wenn der Ab-

9

stand zwischen der vom Schallpegel dominierenden Schallquelle und dem Mikrofonarray deutlich größer als der Abstand zwischen den abzugleichenden Mikrofonen ist und keine ausgeprägten Raummoden auftreten. Die Signalpegelmessung kann durch jede Art der Hüllkurvenmessung bzw. durch eine echte Effektivwertmessung erfolgen. Die Zeitkonstante dieser Messung muß dabei größer als die maximale Signallaufzeit zwischen den abzugleichenden Mikrofonen sein. Der Empfindlichkeitsabgleich kann durch eine der Signalpegelabweichung entgegenwirkende Verstärkung bzw. Abschwächung durchgeführt werden.

10

30

FIGUR 3 zeigt das Blockschaltbild des automatischen Mikrofonempfindlichkeitsabgleichs für n Mikrofone eines Arrays. Mikrofon 1 ist dabei das Referenzmikrofon, auf dessen Mikrofonsignalpegel die Pegel der anderen Mikrofone 2 bis n angegli-15 chen werden. Das Schaltbild besteht aus Blöcken steuerbarer Verstärkung bzw. Abschwächung und Einheiten zur Signalpegelmessung. Aus den gemessenen Signalpegeln werden Differenzbzw. Fehlersignale en erzeugt, die als Stellgröße der variablen Verstärker bzw. Abschwächer dienen. Insgesamt handelt es 20 sich um n-1 Regler, deren Führungsgröße der Signalpegel des Referenzmikrofons ist. Um die im vorigen Absatz genannte Abstandsbedingung einzuhalten, ist auch ein paarweiser Abgleich benachbarter Mikrofone vorstellbar (in FIGUR 3 nicht ge-25 zeigt).

FIGUR 4 zeigt das Blockschaltbild des automatischen Mikrofonenempfindlichkeitsabgleichs für zwei Mikrofone, wobei die Signalpegel beider Mikrofone geregelt werden. Vorteil dieser Lösung gegenüber der Lösung mit einem ungeregelten Referenzmikrofon nach FIGUR 3 ist die geringere Varianz der Ausgangspegel, da auf die mittlere Empfindlichkeit der Mikrofone geregelt werden kann.

35 Der hier vorgestellte automatische Mikrofonabgleich läßt sich schaltungstechnisch einfach realisieren und erfordert keine weiteren Abgleichschritte, wie z. B. einen aufwendigen aku-

stischen Abgleich. Selbst für geringe Mikrofonarraystückzahlen sind eindeutige Kostenvorteile gegeben. Darüber hinaus ermöglicht das Verfahren einen kontinuierlichen Abgleich, so daß auch über die Zeit auftretende Empfindlichkeitsänderungen der Mikrofone berücksichtigt werden.

# Automatischer Abgleich des Mikrofonfrequenzgangs

10

15

Bei dem automatischen Abgleich des Mikrofonfrequenzgangs handelt es sich um eine Verallgemeinerung des Mikrofonempfindlichkeitsabgleichs. Für den Frequenzabgleich muß angenommen werden, daß die spektrale Verteilung des an den Mikrofonen eintreffenden Schalls in den zu kompensierenden Frequenzbereichen ähnlich ist bzw. daß Abweichungen deutlich unterhalb der Toleranzbereiche des Mikrofonfrequenzgangs liegen. Diese Bedingung ist wieder bei einer gegenüber dem Mikrofonabstand weit entfernt liegenden Schallquelle erfüllt (siehe Abstandsbedingung weiter oben).

Der Abgleich erfolgt in Teilbändern des Mikrofonübertragungs-20 frequenzbereichs und kann entweder durch eine Entzerrung mit entsprechenden analogen oder digitalen Filtern erfolgen. Im anschaulichsten Fall handelt es sich um eine Filterstruktur parallel (wie in FIGUR 5 gezeigt) oder seriell geschalteter 25 Bandpässe, deren Verstärkung unabhängig voneinander gesteuert werden kann. Der Summenfrequenzgang der Filter des ungeregelten Referenzmikrofons (FIGUR 5 fil $_{x1}$ , fil $_{x2}$  ... fil $_{xn}$ ) ist im gewünschten Übertragungsfrequenzbereich eben. Der Frequenzgang des Vergleichsmikrofons wird durch Anheben bzw. Absenken (Verstärken bzw. Dämpfen) der Filterteilbänder (fil<sub>v1</sub>, fil<sub>v2</sub> 30 ...  $fil_{vn}$ ) dem des Referenzmikrofons angeglichen. Die dafür erforderlichen Steuersignale q<sub>1</sub>, q<sub>2</sub>, q<sub>n</sub> werden direkt aus den für die einzelnen Frequenzbereiche gewonnenen Fehlersignalen abgeleitet  $(g_1 \sim e_1, g_2 \sim e_2 \ldots g_n \sim e_n)$ . Für einen präzisen Abgleich ist gewöhnlich eine hohe Anzahl von Bandpaßfiltern 35 erforderlich.

11

Eine deutliche Aufwandsreduzierung der Filterstruktur kann vorgenommen werden, wenn die in bestimmten Frequenzbereichen dominierenden Mikrofonparameter, wie z. B. die Ausführung der Schalleintrittsöffnung, das Front-/Rückvolumen, die Membrannachgiebigkeit und deren elektrische Ersatzschaltbilder bekannt sind und Abweichungen zwischen Mikrofonen auf Änderungen einzelner Parameter zurückgeführt werden können. Durch entsprechende Entzerrungsfilter, die diese Abweichungen gezielt rückgängig machen, ist ein Abgleich bei einem vergleichsweise geringen Aufwand möglich.

FIGUR 6 zeigt das Blockschaltbild einer Abgleichvorrichtung, die aus einem steuerbaren Entzerrungsfilter, Bewertungsfilter und Pegelmeßeinheiten besteht. Das Entzerrungsfilter wird wieder über das Differenzsignal e der Pegelmeßeinheiten angesteuert, wobei im allgemeinen sowohl der Amplituden- als auch der Phasenfrequenzgang verändert wird.

10

15

25

30

35

Die für den Empfindlichkeitsabgleich genannten Vorteile gel-20 ten auch für den automatischen Abgleich des Mikrofonfrequenzgangs.

Einfache Steuerung der Empfindlichkeit von Mikrofonen mit integriertem Verstärker, dessen Arbeitspunkt durch eine externe Beschaltung einstellbar ist, z.B. einen Feldeffekttransistor-Vorverstärker (FET-Vorverstärker)

Bei praktisch allen zur Zeit in Telekommunikations- und Konsumeranwendungen verwendeten Mikrofonkapseln handelt es sich um Elektretwandler mit integriertem Feldeffekttransistor-Vorverstärker. Dieser Vorverstärker dient zur Verringerung der sehr hohen Mikrofonquellimpedanz und zur Verstärkung des Mikrofonsignals. In der Regel handelt es sich hierbei um die Sourceschaltung eines Feldeffekttransistors. Durch Veränderung der Speiseimpedanz und der Versorgungsspannung läßt sich der Arbeitspunkt des Transistors und damit auch die Empfindlichkeit des Mikrofons ändern. Änderungen des Mikrofonfre-

quenzgangs sind möglich, wenn nicht nur reelle, sondern auch komplexe Speiseimpedanzen zugelassen werden.

FIGUREN 7 und 8 zeigen jeweils die Schaltung für eine einfa-5 che Empfindlichkeits- und Frequenzgangsteuerung von Elektret-Mikrofonen, die ohne externe, steuerbare Verstärker oder Abschwächer auskommt. Die einfachste Realisierung besteht in der Empfindlichkeits- und Frequenzgangsteuerung über die Mikrofonversorgungsspannung  $U_L$ , die im Fall des automatischen Empfindlichkeitsabgleichs bzw. -ausgleichs direkt aus dem Differenzsignal der gemessenen Schallpegel bzw. Signalpegel  $U_L = (v \cdot e_n) + U_0$  abgeleitet werden kann (v bezeichnet dabei einen Verstärkungsfaktor und U eine konstante Spannungsgröße, z.B. Ausgangsspannung vor Empfindlichkeits- und Frequenzgangausgleich). Der Steuerungsbereich der Mikrofonempfindlichkeit über die Versorgungsspannung des Mikrofons liegt bei bis zu 25 dB, je nach Speiseimpedanz (siehe Tabelle 2).

Alternativ ist es auch möglich, die Empfindlichkeits- und Frequenzgangsteuerung derart zu realisieren, daß die Mikro-20 fonspeiseimpedanz  $Z_L$  mit einer Steuerspannung  $U_{ST}$ , die im Fall des automatischen Empfindlichkeits- und Frequernzgangabgleichs bzw. -ausgleichs direkt aus dem Differenzsignal der gemessenen Schallpegel bzw. Signalpegel  $U_{ST} \approx ((v \cdot e_n) + U_0)$  abgeleitet werden kann (v bezeichnet dabei einen Verstärkungs-25 faktor und  $U_0$ ' eine konstante Spannungsgröße, z.B. Ausgangsspannung vor Empfindlichkeits- und Frequenzgangausgleich).

Eine elektronische Steuerung der Speieseimpedanz Z<sub>L</sub> kann für reelle Werte durch einen gesteuerten Feldeffekttransistor und für komplexe Werte durch die Gyratorschaltung erfolgen. Der Steuerungsbereich der Mikrofonempfindlichkeit über die Speiseimpedanz liegt bei bis zu 10 dB in Abhängigkeit der Mikrofonversorgungsspannung (siehe Tabelle 2).

Der Vorteil dieser Art der Empfindlichkeits- und Frequenzgangsteuerung liegt in der Minimierung des Schaltungsaufwands

35 -

30

15

\*\*\*\*\*\*\*\*\*

\*\* \*\* UU/3/U/1

10

15

20

25

30

35

und der damit verbundenen Kosten. Der Steuerungsbereich ist für die meisten Anwendungen ausreichend hoch.

Der erfinderische Schritt bei dem Empfindlichkeits- bzw. Frequenzgangabgleich ist die Trennung von Amplituden- und Phaseninformation des an den Mikrofonen eintreffenden Schalls, was einen automatischen Abgleich während des Betriebs von Mikrofonen in einem Array ermöglicht. Während die Phasenbeziehung für die Ausbildung der Richtcharakteristik eines Arrays herangezogen wird, steht die Amplitudenbeziehung für einen Abgleich der Mikrofonempfindlichkeiten und der Amplitudenfrequenzgänge zur Verfügung. Herstellungstoleranzen dieser Mikrofonparameter lassen sich damit kompensieren, so daß sich der gewünschte Frequenzgang und die Richtcharakteristik der Gesamtanordnung ausbildet.

Der erfinderische Schritt bei der Empfindlichkeitssteuerung von Mikrofonen mit integriertem FET-Vorverstärker ist die Nutzung der Versorgungsspannung bzw. des Speisewiderstands zur Veränderung des FET-Arbeitspunkts und damit der Verstärkung des FET-Vorverstärkers.

Das vorgestellte Mikrofonabgleichprinzip kann für alle Multimikrofonanordnungen verwendet werden, deren richtungsabhängige Empfindlichkeit durch Ausnützung der Phasenbeziehungen zwischen den Einzelmikrofonsignalen gewonnen wird. Diese Mikrofonanordnungen können überall dort sinnvoll eingesetzt werden, wo eine qualitativ hochwertige Aufnahme von akustischen Signalen in gestörter Umgebung benötigt wird. Die Richtcharakteristik dieser Anordnungen erlaubt dabei die Abschwächung von Störschall (Umgebungsgeräusche, Hall) außerhalb der Mikrofonhauptachse sowie die Trennung benachbarter Schallquellen (andere Sprecher). Der automatische Mikrofonabgleich ermöglicht durch die Umgehung eines aufwendigen akustischen Abgleichs erhebliche Kosteneinsparungen bei der Herstellung und ermöglicht so auch den Einsatz von Mikrofonarrays in Konsumeranwendungen wie z. B. in Freisprecheinrich

14

tungen für Kommunikationsendgeräte oder zur Sprachsteuerung von Geräten. Weitere Anwendungen von Mikrofonarrays, bei denen die Erfindung sinnvoll eingesetzt werden kann, sind Konferenzmikrofone.

5

10

15

20

Das Abgleichprinzip wurde bereits in einer einfachen elektronischen Schaltung realisiert und auf seine Tauglichkeit mit einem Gradientenmikrofon zweiter Ordnung getestet. Das Gradientenmikrofon besteht aus der Zusammenschaltung zweier Nierenmikrofone, deren Empfindlichkeit durch die Schaltung automatisch abgeglichen wird. Die Empfindlichkeitssteuerung des abzugleichenden Mikrofons erfolgt nach dem in Abschnitt 3.3 vorgestellten Prinzip. Der Mikrofonabgleich funktioniert schon bei geringen Umgebungsgeräuschen (Zimmerlautstärke) und ist unabhängig von der Schalleinfallsrichtung.

Die Empfindlichkeitssteuerung von Mikrofonen mit eingebautem FET-Vorverstärker kann außerdem vorteilhaft zur automatischen Aussteuerung von Mikrofonsignalen eingesetzt werden. Diese Schaltungen werden im allgemeinen als "Automatic Gain Control" Schaltungen bezeichnet. Anwendungen dieser Schaltungen finden sich in praktisch allen Konsumergeräten, die einen Mikrofonaufnahmekanal besitzen (Kassettenrekorder, Diktiersysteme, (Freisprech-)Telefone).

15

# Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufnehmen und Bearbeiten von Audiosignalen in einer störschallerfüllten Umgebung mit folgenden Merkmalen:

- (a) mindestens zwei Mikrofone werden in bezug auf eine sich in der störschallerfüllten Umgebung befindenden Schallquelle eine Mikrofonanordnung bildend paarweise in einem vorgegebenen Mikrofonabstand angeordnet,
- 10 (b) die Mikrofone, ein erstes Mikrofon und mindestens ein zweites Mikrofon, werden in bezug auf eine Hauptachse, die durch das erste Mikrofon festgelegt wird, derart angeordnet, daß das zweite Mikrofon um einen vorgegebenen Kipp- bzw. Verstellwinkel zu der Hauptachse und/oder um einen vorgegebenen
- 15 Versatzabstand zu der Hauptachse bzw. dem ersten Mikrofon angeordnet ist,
  - (c) von den Mikrofonen aus den aufgenommenen Audiosignalen durch Umwandlung erzeugte elektrische Signale werden derart bearbeitet, daß bei gleichen Schalldruckpegeln an den Mikro-
- 20 fonen von diesen erzeugte, unterschiedlich starke elektrische Signale - unterschiedliche Empfindlichkeiten und/oder unterschiedliche Frequenzgänge der Mikrofone - automatisch ausgeglichen werden.
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß,

wenn das erste Mikrofon ein erstes elektrisches Signal und jedes zweite Mikrofon jeweils ein zweites elektrisches Signal erzeugt, das erste elektrische Signal und das zweite elektrische Signal bzw. die zweiten elektrischen Signale paarweise derart bearbeitet werden, daß die jeweils unterschiedlichen Empfindlichkeiten und/oder Frequenzgänge in den von den Mikrofonen erzeugten elektrischen Signalen automatisch ausgeglichen werden.

35

30

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß beim Ausgleich unterschiedlicher Empfindlichkeiten

16

- (a) das erste elektrische Signal und das zweite elektrische Signal gefiltert werden,
- (b) Signalpegeldifferenzen aus den gefilterten elektrischen Signalen gebildet werden,
- (c) die ungefilterten elektrischen Signale zumindest teilweise in Abhängigkeit von den Signalpegeldifferenzen bezüglich der jeweiligen Signalpegel solange verändert werden, bis die Signalpegeldifferenzen jeweils im wesentlichen den Wert "O" annehmen.

10

- 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß
- (a) aus den ungefilterten elektrischen Signalen jeweils paarweise Summensignale und Differenzsignale gebildet werden,
- (b) aus den jeweiligen Summensignalen und Differenzsignalen jeweils zur Erzielung einer Richtcharakteristik höherer Ordnung durch Bildung von Linearkombinationen und/oder Laufzeitverzögerungen nach dem "Delay-and-Sum-Prinzip" ein gemeinsames Nutzsignal gebildet wird,
- 20 (c) das Nutzsignal zur Erzielung des gewünschten Frequenzgangs und der gewünschten Empfindlichkeit gefiltert wird.
  - 5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß
- das erste elektrische Signal und das zweite elektrische Signal beliebig gefiltert, z.B. tief-, hoch- oder bandpaßgefiltert, werden, wenn die Schallquelle im wesentlichen orthogonal zu der Hauptachse angeordnet ist.
- 30 6. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß
  - das erste elektrische Signal und das zweite elektrische Signal tiefpaßgefiltert werden, wenn die Schallquelle nicht im wesentlichen orthogonal zu der Hauptachse angeordnet ist und

(

die Wellenlänge der tiefpaßgefilterten Frequenzen bei der Mikrofonanordnung mit zwei Mikrofonen größer als der doppelte Mikrofonabstand und bei der Mikrofonanordnung mit mehr als 5

zwei Mikrofonen größer als die Summe der einzelnen Mikrofonabstände ist.

- 7. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß beim Ausgleich unterschiedlicher Empfindlichkeiten (a) von dem ersten elektrischen Signal und dem zweiten elek
  - trischen Signal jeweils Signalpegel gemessen werden, (b) Signalpegeldifferenzen aus den gemessenen Signalpegel der
- elektrischen Signalen gebildet werden,

  (c) die elektrischen Signale zumindest teilweise in Abhängig-
- (c) die elektrischen Signale zumindest teilweise in Abhängigkeit von den Signalpegeldifferenzen bezüglich der jeweiligen Signalpegel solange verändert werden, bis die Signalpegeldifferenzen jeweils im wesentlichen den Wert "O" annehmen.
- 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß
  - (a) aus den elektrischen Signalen jeweils paarweise Summensignale und Differenzsignale gebildet werden,
- (b) aus den jeweiligen Summensignalen und Differenzsignalen jeweils zur Erzielung einer Richtcharakteristik höherer Ordnung durch Bildung von Linearkombinationen und/oder Laufzeitverzögerungen nach dem "Delay-and-Sum-Prinzip" ein gemeinsames Nutzsignal gebildet wird,
- (c) das Nutzsignal zur Erzielung des gewünschten Frequenz-25 gangs und der gewünschten Empfindlichkeit gefiltert wird.
  - 9. Verfahren nach Anspruch 2, 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß beim Ausgleich unterschiedlicher Frequenzgänge
- 30 (a) das erste elektrische Signal und das zweite elektrische Signal n-fach mit neN gefiltert werden,
  - (b) von dem gefilterten ersten elektrischen Signal und dem gefilterten zweiten elektrischen Signal jeweils Signalpegel gemessen werden,
- 35 (c) Signalpegeldifferenzen aus den gemessenen Signalpegel der gefilterten elektrischen Signalen gebildet werden,

18

- (d) die Filterungen der elektrischen Signale zumindest teilweise in Abhängigkeit von den Signalpegeldifferenzen bezüglich der jeweiligen Signalpegel solange verändert werden, bis die Signalpegeldifferenzen jeweils im wesentlichen den Wert "O" annehmen.
- 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das erste elektrische Signal und das zweite elektrische Si-
- gnal n-fach mit  $n \in \mathbb{N}$  bandpaßgefiltert werden.

5

- 11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß
- (a) aus dem ersten elektrischen Signal oder aus einem ersten Gesamtsignal des n-fach gefilterten ersten elektrischen Signals und aus einem zweiten Gesamtsignal des n-fach gefilterten zweiten elektrischen Signals jeweils paarweise Summensignale und Differenzsignale gebildet werden,
- (b) aus den jeweiligen Summensignalen und Differenzsignalen jeweils zur Erzielung einer Richtcharakteristik höherer Ordnung durch Bildung von Linearkombinationen und/oder Laufzeitverzögerungen nach dem "Delay-and-Sum-Prinzip" ein gemeinsames Nutzsignal gebildet wird,
- (c) das Nutzsignal zur Erzielung des gewünschten Frequenzgangs und der gewünschten Empfindlichkeit gefiltert wird.
  - 12. Verfahren nach Anspruch 2, 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß beim Ausgleich unterschiedlicher Frequenzgänge
- 30 (a) das erste elektrische Signal und/oder das zweite elektrische Signal zur Entzerrung gefiltert werden,
  - (b) das erste elektrische Signal und das zweite elektrische Signal zur Bewertung gefiltert werden,
- (c) von dem bewerteten ersten elektrischen Signal und dem be-35 werteten zweiten elektrischen Signal jeweils Signalpegel gemessen werden,

PCT/DE00/00859 WO 00/57671

. 19

- (d) Signalpegeldifferenzen aus den gemessenen Signalpegel der bewerteten elektrischen Signalen gebildet werden,
- (e) die Entzerrungsfilterungen der elektrischen Signale zumindest teilweise in Abhängigkeit von den Signalpegeldifferenzen bezüglich der jeweiligen Signalpegel solange verändert werden, bis die Signalpegeldifferenzen jeweils im wesentlichen den Wert "0" annehmen.
- 13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß 10
  - (a) aus dem ersten elektrischen Signal oder aus dem entzerrten ersten elektrischen Signal und aus dem entzerrten zweiten elektrischen Signale jeweils paarweise Summensignale und Differenzsignale gebildet werden,
- 15 (b) aus den jeweiligen Summensignalen und Differenzsignalen jeweils zur Erzielung einer Richtcharakteristik höherer Ordnung durch Bildung von Linearkombinationen und/oder Laufzeitverzögerungen nach dem "Delay-and-Sum-Prinzip" ein gemeinsames Nutzsignal gebildet wird,
- (c) das Nutzsignal zur Erzielung des gewünschten Frequenz-20 gangs und der gewünschten Empfindlichkeit gefiltert wird.
  - 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß
- die Mikrofonanordnung aus zwei Richt- bzw. Gradientenmikrofo-25 nen gebildet wird.
  - 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß
- 30 die Mikrofonanordnung aus drei Kugelmikrofonen gebildet wird.
  - 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß
- der Kipp- bzw. Verstellwinkel derart vorgegeben wird, daß der Kipp-bzw. Verstellwinkel einen Winkel im Bereich zwischen 0° 35 und 40° aufweist.

WO 00/57671

20

PCT/DE00/00859

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Versatzabstand derart vorgegeben wird, daß der Versatzabstand kleiner als der oder gleich dem Mikrofonabstand ist.

5

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikrofonanordnung an einer "akustischen Grenzfläche" angeordnet wird.

10

المعر

- 19. Einrichtung zum Aufnehmen und Bearbeiten von Audiosignalen in einer störschallerfüllten Umgebung mit folgenden Merkmalen:
- (a) mindestens zwei Mikrofone sind in bezug auf eine sich in der störschallerfüllten Umgebung befindenden Schallquelle eine Mikrofonanordnung bildend paarweise in einem vorgegebenen Mikrofonabstand angeordnet,
  - (b) die Mikrofone , ein erstes Mikrofon und mindestens ein zweites Mikrofon , sind in bezug auf eine Hauptachse, die
- durch das erste Mikrofon festgelegt wird, derart angeordnet, daß das zweite Mikrofon um einen vorgegebenen Kipp- bzw. Verstellwinkel zu der Hauptachse und/oder um einen vorgegebenen Versatzabstand zu der Hauptachse bzw. dem ersten Mikrofon angeordnet ist,
- 25 (c) erste Filter filtern ein von dem ersten Mikrofon durch Umwandlung erzeugtes erstes elektrisches Signal und ein von jedem zweiten Mikrofon durch Umwandlung erzeugtes zweites elektrisches Signal, wobei die Signale unterschiedliche Empfindlichkeiten und/oder Frequenzgänge aufweisen,
- 30 (d) Mittel zum Bilden von Signalpegeldifferenzen erzeugen paarweise aus den gefilterten elektrischen Signalen Signalpegeldifferenzen,
  - (e) Steuermittel sind mit den Mitteln zum Bilden von Signalpegeldifferenzen derart verbunden und ausgebildet, daß
- die ungefilterten elektrischen Signale zumindest teilweise in Abhängigkeit von den Signalpegeldifferenzen bezüglich der jeweiligen Signalpegel solange verändert werden, bis die Si-

21

gnalpegeldifferenzen jeweils im wesentlichen den Wert "0" annehmen.

- 20. Einrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekenn-5 zeichnet, daß
  - (a) Summenbildungsmittel vorgesehen sind, die aus den ungefilterten elektrischen Signalen jeweils paarweise Summensignale und Differenzsignale bilden,
- (b) das Mittel zur Bildung von Linearkombinationen und/oder Laufzeitverzögerungen vorgesehen sind, die nach dem "Delayand-Sum-Prinzip" zur Erzielung einer Richtcharakteristik höherer Ordnung aus den jeweiligen Summensignalen und Differenzsignalen jeweils ein gemeinsames Nutzsignal bilden,
- (c) ein zweites Filter vorgesehen ist, das das Nutzsignal zur 15 Erzielung des gewünschten Frequenzgangs und der gewünschten Empfindlichkeit filtert.
  - 21. Einrichtung nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß
- das erste Filter ein Tief-, Hoch- oder Bandpaßfilter ist, wenn die Schallquelle im wesentlichen orthogonal zu der Hauptachse angeordnet ist.
- 22. Einrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Filter ein Tiefpaßfilter ist, wenn die Schallquelle nicht im wesentlichen orthogonal zu der Hauptachse angeordnet ist und die Wellenlänge der tiefpaßgefilterten Frequenzen bei der Mikrofonanordnung mit zwei Mikrofonen größer als der doppelte Mikrofonabstand und bei der Mikrofonanordnung mit mehr als zwei Mikrofonen größer als die Summe der einzelnen Mikrofonabstände ist.
- 23. Einrichtung zum Aufnehmen und Bearbeiten von Audiosigna-15 len in einer störschallerfüllten Umgebung mit folgenden Merkmalen:

20

- (a) mindestens zwei Mikrofone sind in bezug auf eine sich in der störschallerfüllten Umgebung befindenden Schallquelle eine Mikrofonanordnung bildend paarweise in einem vorgegebenen Mikrofonabstand angeordnet,
- (b) die Mikrofone, ein erstes Mikrofon und mindestens ein zweites Mikrofon, sind in bezug auf eine Hauptachse, die durch das erste Mikrofon festgelegt wird, derart angeordnet, daß das zweite Mikrofon um einen vorgegebenen Kipp- bzw. Verstellwinkel zu der Hauptachse und/oder um einen vorgegebenen
- 10 Versatzabstand zu der Hauptachse bzw. dem ersten Mikrofon angeordnet ist,
  - (c) Mittel zum Messen von Signalpegeln messen Signalpegel aus einem von dem ersten Mikrofon durch Umwandlung erzeugten ersten elektrischen Signal und aus einem von jedem zweiten Mi-
- krofon durch Umwandlung erzeugten zweiten elektrischen Signal , wobei die Signale unterschiedliche Empfindlichkeiten aufweisen,
  - (d) Mittel zum Bilden von Signalpegeldifferenzen erzeugen paarweise aus den gemessenen elektrischen Signalen Signalpegeldifferenzen,
  - (e) Steuermittel sind mit den Mitteln zum Bilden von Signalpegeldifferenzen derart verbunden und ausgebildet, daß die elektrischen Signale zumindest teilweise in Abhängigkeit von den Signalpegeldifferenzen bezüglich der jeweiligen bezuglich bezüglich der jeweiligen bezüglich der jeweiligen bezüglich
- 25 gnalpegel solange verändert werden, bis die Signalpegeldifferenzen jeweils im wesentlichen den Wert "0" annehmen.
  - 24. Einrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß
- 30 (a) Summenbildungsmittel vorgesehen sind, die aus den elektrischen Signalen jeweils paarweise Summensignale und Differenzsignale bilden,
  - (b) das Mittel zur Bildung von Linearkombinationen und/oder Laufzeitverzögerungen vorgesehen sind, die nach dem "Delay-
- and-Sum-Prinzip" zur Erzielung einer Richtcharakteristik höherer Ordnung aus den jeweiligen Summensignalen und Differenzsignalen jeweils ein gemeinsames Nutzsignal bilden,

nehmen.

- (c) ein Filter vorgesehen ist, das das Nutzsignal zur Erzielung des gewünschten Frequenzgangs und der gewünschten Empfindlichkeit filtert.
- 5 25. Einrichtung zum Aufnehmen und Bearbeiten von Audiosignalen in einer störschallerfüllten Umgebung mit folgenden Merkmalen:
  - (a) mindestens zwei Mikrofone sind in bezug auf eine sich in der störschallerfüllten Umgebung befindenden Schallquelle ei-
- ne Mikrofonanordnung bildend paarweise in einem vorgegebenen Mikrofonabstand angeordnet,
  - (b) die Mikrofone, ein erstes Mikrofon und mindestens ein zweites Mikrofon, sind in bezug auf eine Hauptachse, die durch das erste Mikrofon festgelegt wird, derart angeordnet,
- daß das zweite Mikrofon um einen vorgegebenen Kipp- bzw. Verstellwinkel zu der Hauptachse und/oder um einen vorgegebenen Versatzabstand zu der Hauptachse bzw. dem ersten Mikrofon angeordnet ist,
- (c) Filter filtern ein von dem ersten Mikrofon durch Umwandlung erzeugtes erstes elektrisches Signal und ein von jedem zweiten Mikrofon durch Umwandlung erzeugtes zweites elektrisches Signal , wobei die Signale unterschiedliche Frequenzgänge aufweisen, n-fach mit neN,
- (d) Mittel zum Messen von Signalpegeln messen Signalpegel von dem gefilterten ersten elektrischen Signal und von dem gefilterten,
  - (d) Mittel zum Bilden von Signalpegeldifferenzen erzeugen paarweise aus den gefilterten elektrischen Signalen Signalpegeldifferenzen,
- 30 (f) Steuermittel sind mit den Mitteln zum Bilden von Signalpegeldifferenzen derart verbunden und ausgebildet, daß die Filterungen der elektrischen Signale zumindest teilweise in Abhängigkeit von den Signalpegeldifferenzen bezüglich der jeweiligen Signalpegel solange verändert werden, bis die Signalpegeldifferenzen jeweils im wesentlichen den Wert "O" an-

- 26. Einrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß das Filter ein Bandpaßfilter ist.
- 5 27. Einrichtung nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, daß
  - (a) Summenbildungsmittel vorgesehen sind, die aus dem ersten elektrischen Signal oder aus einem ersten Gesamtsignal des nfach gefilterten ersten elektrischen Signals und aus einem
- zweiten Gesamtsignal des n-fach gefilterten zweiten elektrischen Signals jeweils paarweise Summensignale und Differenzsignale bilden,
  - (b) das Mittel zur Bildung von Linearkombinationen und/oder Laufzeitverzögerungen vorgesehen sind, die nach dem "Delay-
- and-Sum-Prinzip" zur Erzielung einer Richtcharakteristik höherer Ordnung aus den jeweiligen Summensignalen und Differenzsignalen jeweils ein gemeinsames Nutzsignal bilden,
  - (c) ein Filter vorgesehen ist, das das Nutzsignal zur Erzielung des gewünschten Frequenzgangs und der gewünschten Emp-
- 20 findlichkeit filtert.
  - 28. Einrichtung zum Aufnehmen und Bearbeiten von Audiosignalen in einer störschallerfüllten Umgebung mit folgenden Merkmalen:
- (a) mindestens zwei Mikrofone sind in bezug auf eine sich in der störschallerfüllten Umgebung befindenden Schallquelle eine Mikrofonanordnung bildend paarweise in einem vorgegebenen Mikrofonabstand angeordnet,
- (b) die Mikrofone , ein erstes Mikrofon und mindestens ein zweites Mikrofon , sind in bezug auf eine Hauptachse, die durch das erste Mikrofon festgelegt wird, derart angeordnet, daß das zweite Mikrofon um einen vorgegebenen Kipp- bzw. Verstellwinkel zu der Hauptachse und/oder um einen vorgegebenen Versatzabstand zu der Hauptachse bzw. dem ersten Mikrofon angeordnet ist,
  - (c) Entzerrungsfilter filtern ein von dem ersten Mikrofon durch Umwandlung erzeugtes erstes elektrisches Signal und ein

von jedem zweiten Mikrofon durch Umwandlung erzeugtes zweites elektrisches Signal , wobei die Signale unterschiedliche Frequenzgänge aufweisen,

- (d) Bewertungsfilter filtern das erste elektrische Signal und 5 das zweite elektrische Signal ,
  - (e) Mittel zum Messen von Signalpegeln messen Signalpegel von dem gefilterten ersten elektrischen Signal und von dem gefilterten zweiten elektrischen Signal ,
- (f) Mittel zum Bilden von Signalpegeldifferenzen erzeugen 10 paarweise aus den gefilterten elektrischen Signalen Signalpegeldifferenzen,
- (g) Steuermittel sind mit den Mitteln zum Bilden von Signalpegeldifferenzen derart verbunden und ausgebildet, daß die Entzerrungsfilterungen der elektrischen Signale zumindest teilweise in Abhängigkeit von den Signalpegeldifferenzen bezüglich der jeweiligen Signalpegel solange verändert werden, bis die Signalpegeldifferenzen jeweils im wesentlichen den Wert "O" annehmen.
- 20 29. Einrichtung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß
  - (a) Summenbildungsmittel vorgesehen sind, die aus dem ersten elektrischen Signal oder aus dem entzerrten ersten elektrischen Signal und aus dem entzerrten zweiten elektrischen Si-
- gnal jeweils paarweise Summensignale und Differenzsignale bilden,
  - (b) das Mittel zur Bildung von Linearkombinationen und/oder Laufzeitverzögerungen vorgesehen sind, die nach dem "Delayand-Sum-Prinzip" zur Erzielung einer Richtcharakteristik hö-
- herer Ordnung aus den jeweiligen Summensignalen und Differenzsignalen jeweils ein gemeinsames Nutzsignal bilden,

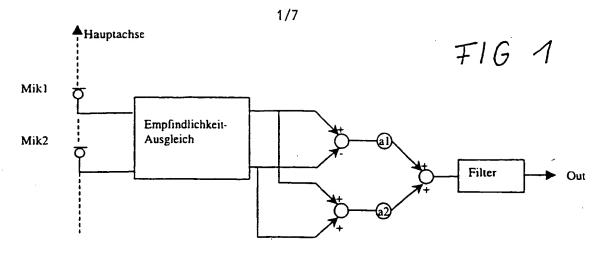
35

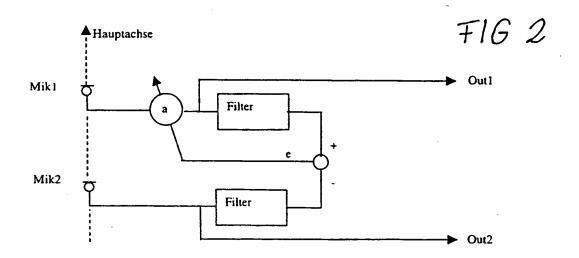
- (c) ein Filter vorgesehen ist, das das Nutzsignal zur Erzielung des gewünschten Frequenzgangs und der gewünschten Empfindlichkeit filtert.
- 30. Einrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß, wenn das Mikrofon als ein

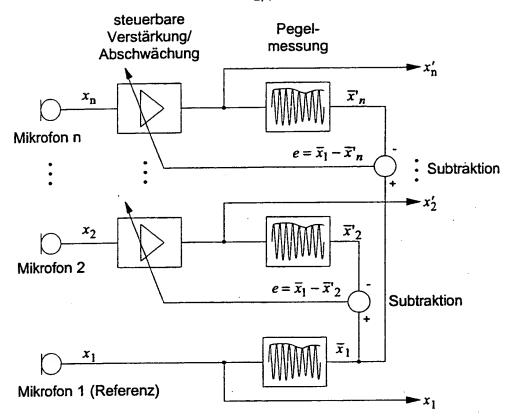
PCT/DE00/00859

Mikrofon mit integrierten Verstärker, dessen Arbeitspunkt durch eine externe Beschaltung einstellbar ist, ausgebildet ist, die Steuermittel derart ausgebildet sind, daß (a) über eine Mikrofonversorgungsspannung, die sich aus der Summe einer konstanten Spannung und des Produkts von Signalpegeldifferenzsignal und Verstärkungsfaktor ergibt, die Empfindlichkeit und/oder der Frequenzgang steuerbar ist oder (b) über eine physikalische Steuergröße, die proportional zu dem Produkt aus Signalpegeldifferenzsignal und Verstärkungsfaktor ergänzt durch eine konstante Größe ist, eine Mikrofonspeiseimpedanz derart einstellbar ist, daß die Empfindlichkeit und/oder der Frequenzgang steuerbar ist.

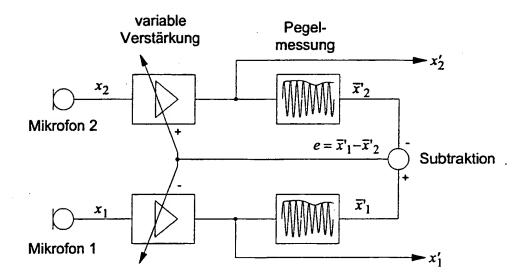
- 31. Einrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 30, da15 durch gekennzeichnet, daß
  die Mikrofonanordnung zwei Richt- bzw. Gradientenmikrofone
  aufweist.
- 32. Einrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 30, da-20 durch gekennzeichnet, daß die Mikrofonanordnung drei Kugelmikrofone aufweist.
  - 33. Einrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß
- 25 der Kipp- bzw. Verstellwinkel derart vorgegeben ist, daß der Kipp- bzw. Verstellwinkel einen Winkel im Bereich zwischen 0° und 40° aufweist.
- 34. Einrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 33, da30 durch gekennzeichnet, daß
  der Versatzabstand derart vorgegeben ist, daß der Versatzabstand kleiner als der oder gleich dem Mikrofonabstand ist.
- 35. Einrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 34, da35 durch gekennzeichnet, daß
  die Mikrofonanordnung an einer akustischen Grenzfläche angeordnet ist.



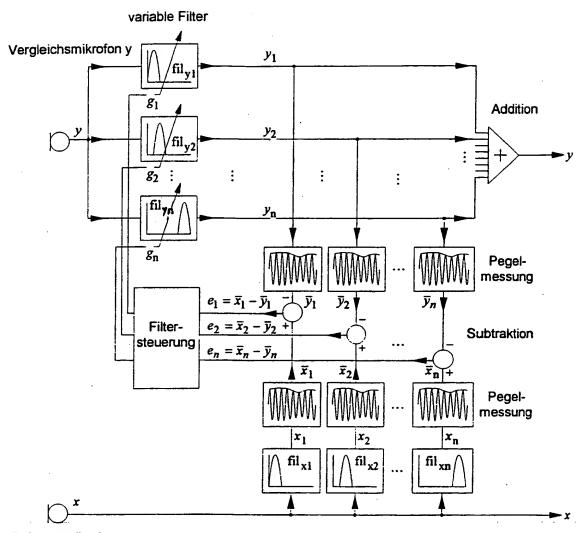




F164

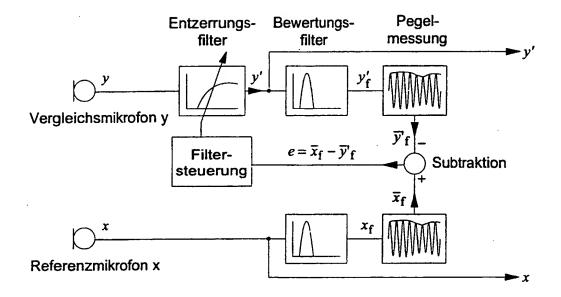


F165

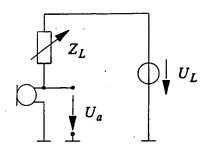


Referenzmikrofon x

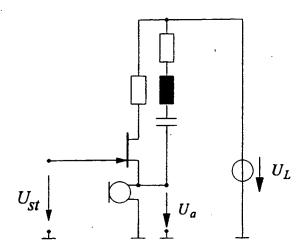
F166



7/6 7



TI6 8



## (19) Weltorganisation für geistiges Eigentum Internationales Büro



# 

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum 28. September 2000 (28.09.2000)

PCT

## (10) Internationale Veröffentlichungsnummer WO 00/57671 A3

(51) Internationale Patentklassifikation7:

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/DE00/00859

H04R 3/00

(22) Internationales Anmeldedatum:

20. März 2000 (20.03.2000)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

199 12 525.2

19. März 1999 (19.03.1999) DE

199 34 724.7

23. Juli 1999 (23.07.1999) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KLINKE, Stefano, Ambrosius [DE/DE]; Winterswijkerstr. 34, D-46399 Bocholt (DE). LECKSCHAT, Dieter [DE/DE]; Hemdener Weg 27 B, D-46399 Bocholt (DE). AUBAUER, Roland [AT/DE]; Mussumer Kirchweg 174, D-46395 Bocholt (DE). KERN, Ralf [DE/DE]; Hildegardisstr. 1, D-46399 Bocholt (DE).

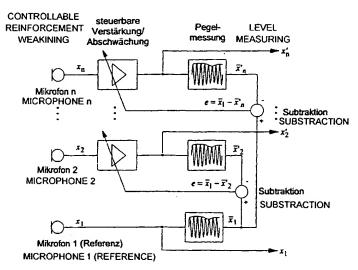
(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München

(81) Bestimmungsstaaten (national): AU, BR, CA, CN, CZ, HU, ID, IL, IN, JP, KR, MX, NO, PL, RU, TR, UA, US, VN, ZA.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR RECEIVING AND TREATING AUDIOSIGNALS IN SURROUNDINGS AFFECTED BY NOISE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUM AUFNEHMEN UND BEARBEITEN VON AUDIOSIGNALEN IN EINER STÖRSCHALLERFÜLLTEN UMGEBUNG



(57) Abstract: The aim of the invention is to receive and treat audiosignals with a good user signal to fault signal ratio in noise conditions and with a good ratio between the direct and the reflected echo in surroundings which are especially not free from reverberation. Electrical signals are produced by converting recorded audiosignals. Said electrical signals are treated by a given microphone assembly in such a way that electrical signals having different strengths (different sensitivities of the microphones) and being produced by the microphones are compensated automatically, i.e. without manual and individual compensation procedures which have to be carried out separately, when the sound pressure levels of the microphones pertaining to the microphone assembly are equal. According to the invention, the properties of an array of microphones are combined to the properties of a method for compensating the sensitivity of microphones.



(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

### Veröffentlicht:

- Mit internationalem Recherchenbericht.

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts: 15. März 200

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

<sup>(57)</sup> Zusammenfassung: Um Audiosignale mit einem guten Nutzsignal-zu-Störsignal-Verhältnis unter Störschallbedingungen und mit einem guten Verhältnis zwischen dem direkten und dem reflektierten Schall in einer, insbesondere nicht nachhallfreien, Umgebung aufzunehmen und zu bearbeiten, werden von einer vorgegebenen Mikrofonanordnung aus aufgenommenen Audiosignalen durch Umwandlung erzeugte elektrische Signale derart bearbeitet, daß bei gleichen Schalldruckpegeln an den Mikrofonen der Mikrofonanordnung von diesen erzeugte, unterschiedlich starke elektrische Signale - unterschiedliche Empfindlichkeiten der Mikrofone - automatisch, d.h. ohne manuelle individuell und separat vorzunehmende Ausgleichsprozeduren, ausgeglichen werden. Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, die Eigenschaften eines Arrays von Mikrofonen mit denen eines Verfahrens zum Ausgleichen der Empfindlichkeit von Mikrofonen zu kombinieren.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte PC. ial Application No 00/00859

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H04R3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

### B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  $IPC \ 7 \ \ H04R \ \cdot \ H03G$ 

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic da	ata base consulted during the international search (name of data	a base and, where practical, search terms used	)	
√PI Da	ta, PAJ	•		
			·	
C. DOCUM	ENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	_		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the	e relevant passages	Relevant to claim No.	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 08, 29 September 1995 (1995-09-29) -& JP 07 131886 A (MATSUSHITA	ELECTRIC IND	1	
Α	CO LTD), 19 May 1995 (1995-05- abstract	19)	2,3,5-7, 9,10,12, 19-30	
A	US 4 752 961 A (KAHN DAVID A) 21 June 1988 (1988-06-21)	· ,	1,4,8, 11, 13-20, 23-25, 27-29, 31-35	
	column 1, line 5,6 column 1, line 59 -column 3, 1	ine 57 -/		
X Fur	ther documents are listed in the continuation of box C.	Patent family members are listed	in annex.	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  "E" earlier document but published on or after the international filling date  "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  "P" document published prior to the international filling date but later than the priority date claimed		or priority date and not in conflict with cited to understand the principle or the invention.  "X" document of particular relevance; the cannot be considered novel or cannot involve an inventive step when the document of particular relevance; the cannot be considered to involve an indocument is combined with one or ments, such combination being obvion the art.  "&" document member of the same patent.	<ul> <li>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</li> <li>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled</li> </ul>	
Date of the	e actual completion of the international search	Late of mailing of the international sec	агсл героп	
	16 November 2000	22/11/2000		
Name and mailing address of the ISA  European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  NL - 2280 HV Rijswijk		Authorized officer		

ategory *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 07, 31 July 1996 (1996-07-31) -& JP 08 084392 A (NIPPON TELEGR &TELEPH CORP <ntt>), 26 March 1996 (1996-03-26) abstract</ntt>	1,4,8, 11,13, 19,20, 23-25, 27-29
	US 5 243 657 A (COTTON BRIAN) 7 September 1993 (1993-09-07) column 2, line 9-12 column 2, line 52 -column 5, line 14	1,19,23, 25,28
1	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 023 (E-473), 22 January 1987 (1987-01-22) -& JP 61 192198 A (FUJITSU TEN LTD), 26 August 1986 (1986-08-26) abstract	1,19,23, 25,28
		-
		·

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

26-08-1986

Α

JP 61192198

Into al Application No informatin' in patent family members PC7 00/00859 Publication Patent family Patent document cited in search report **Publication** member(s) date NONE 19-05-1995 JP 07131886 Α 10-05-1988 1236607 A 21-06-1988 CA Α US 4752961 NONE Α 26-03-1996 JP 08084392 07-09-1993 NONE A US 5243657

NONE

## Beschreibung

Verfahren und Einrichtung zum Aufnehmen und Bearbeiten von Audiosignalen in einer störschallerfüllten Umgebung

5

10

Bisherige Verfahren und Einrichtungen zum Aufnehmen und Bearbeiten von Audiosignalen (z.B. Sprach-, und/oder Tonsignalen) in einer störschallerfüllten Umgebung basieren entweder auf der Verwendung eines Richtmikrofons (Gradientenmikrofone) erster Ordnung oder auf ein Mikrofon-Array von zwei oder mehreren Einzelmikrofonen (z.B. Kugelmikrofonen). Im letztgenannten Fall werden zusätzliche digitale Filter verwendet, um die Frequenzgänge von den Mikrofonen auszugleichen.

- Sowohl die Richtmikrofone als auch die Mikrofon-Arrays zählen zu den Freifeldmikrofonen, die durch ihre Richtwirkung eine Trennung von Nutz- und Störschall erlauben und deren Ausgangssignale über das "Delay-and-Sum-Prinzip" addiert werden.
- 20 Mikrofonarrays sind Anordnungen aus mehreren räumlich getrennt positionierten Mikrofonen, deren Signale so verarbeitet werden, daß die Empfindlichkeit der Gesamtanordnung eine Richtungsabhängigkeit aufweist. Die Richtwirkung ergibt sich aus den Laufzeitdifferenzen (Phasenbeziehungen), mit denen 25 ein Schallsignal an den verschiedenen Mikrofonen des Arrays eintrifft. Beispiele dafür sind sogenannte Gradientenmikrofone oder Mikrofonarrays, die nach dem Delay-and-Sum-Beamformerprinzip arbeiten. Bei der technischen Realisierung von Mikrofonarrays besteht das Problem der Serienstreuung der verwendeten Einzelmikrofone hinsichtlich ihrer Empfindlich-30 keit und ihres Frequenzgangs. Die Empfindlichkeit bezeichnet dabei die Eigenschaft eines Mikrofons, aus einem vorgegebenen Schalldruckpegel ein elektrisches Signal zu erzeugen. Der Frequenzgang stellt die Empfindlichkeit des Mikrofons über der Frequenz dar. Der von den Mikrofonherstellern angegebene 35 Toleranzbereich liegt typischerweise zwischen  $\pm$  2 und  $\pm$  4 dB. Sind diese Mikrofoncharakteristiken innerhalb eines Mikrofon-

arrays unterschiedlich, so werden der Frequenzgang und die Richtcharakteristik der Gesamtanordnung negativ beeinflußt. In der Regel weist der Frequenzgang eine erhöhte Welligkeit auf, während die Richtwirkung deutlich abnimmt. Tabelle 1 zeigt in diesem Zusammenhang die Abnahme des Bündelungsmaßes eines Gradientenmikrofons zweiter Ordnung (Mikrofonarray aus zwei einzelnen Nierenmikrofonen), wenn die beiden Einzelmikrofone unterschiedliche Empfindlichkeiten aufweisen. Das Bündelungsmaß bezeichnet hierbei die Unterdrückung von diffus einfallendem Schall gegenüber Nutzschall aus der Mikrofonhauptachse.

Bislang mußten die Empfindlichkeit und der Frequenzgang der Einzelmikrofone eines Arrays durch eine akustische Messung bestimmt und durch geeignete elektrische Verstärker und Filter aneinander angeglichen werden. Die Messung beinhaltet die Anregung des zu messenden Mikrofons mit einem über einen Lautsprecher erzeugten Schallreferenzsignal und die Aufnahme der von den Mikrofonen erzeugten elektrischen Signale. Aus den Mikrofonsignalen werden dann die für den Ausgleich notwendigen Verstärkungsfaktoren und Filterparameter berechnet und entsprechend eingestellt.

Die akustische Messung der Mikrofonparameter bedeutet einen hohen technischen Aufwand und verursacht dementsprechende Kosten bei der Fertigung von Mikrofonarrays. Zudem erfolgt der Abgleich bei der Herstellung des Mikrofonarrays, so daß dieser nur für diesen einen Betriebszustand gültig ist. Andere Betriebszustände, z. B. unterschiedliche Versorgungsspannungen und Alterungseffekte der Mikrofone, bleiben unberücksichtigt.

Aus der US-5,463,694 ist ein Gradientenmikrofonsystem bekannt, bei dem von der Überlegung ausgegangen wird, daß Mikrofone im wesentlichen einen gleichen Frequenzgang und eine gleiche Empfindlichkeit haben. Mit dem Begriff "Empfindlichkeit" bezeichnet man die Eigenschaft eines Mikrofons aus einem vorgegebenen Schalldruckpegel ein vorgegebenes elektrische Signal zu erzeugen.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, Audiosignale mit einem guten Nutzsignal-zu-Störsignal-Verhältnis unter Störschallbedingungen und mit einem guten Verhältnis zwischen dem direkten und dem reflektierten Schall in einer, insbesondere nicht nachhallfreien, Umgebung aufzunehmen und zu bearbeiten.

10

5

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Patentansprüche 1 und 19 gelöst.

Die der Erfindung zugrundeliegende Idee besteht darin, daß
von einer vorgegebenen Mikrofonanordnung aus aufgenommenen
Audiosignalen durch Umwandlung erzeugte elektrische Signale
derart bearbeitet werden, daß bei gleichen Schalldruckpegeln
an den Mikrofonen der Mikrofonanordnung von diesen erzeugte,
unterschiedlich starke elektrische Signale - unterschiedliche
Empfindlichkeiten der Mikrofone - automatisch, d.h. ohne manuelle individuell und separat vorzunehmende Ausgleichsprozeduren, ausgeglichen werden.

Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, die Eigen-25 schaften eines Array von Mikrofonen mit denen eines Verfahrens zum Ausgleichen der Empfindlichkeit von Mikrofonen zu kombinieren.

Die Vorteile dieser Vorgehensweise sind zum einen die einfache Realisierung in Verbindung mit dem dabei erreichten (optimalen) Ergebnis und zum anderen das gute Verhältnis zwischen der Komplexität der Mikrofonanordnung (Arrays) und dem
Ergebnis.

Das mit der Erfindung erzielbare Ergebnis ist gegenüber dem Ergebnis, das mit dem US-Patent 5,463,694 erreichbar ist,

deutlich verbessert. Dies wird an der nachfolgenden Tabelle ersichtlich:

Die Tabelle zeigt den Zusammenhang zwischen "Unterschied der 5 Empfindlichkeit der Mikrofone (Delta)" und "Bündelungsmaß"

Delta (dB)	Bündelungsmaß (dB)
0	8,7
1	8,4
2	8,1
3	7,8
4	7,5
5	7,2
6	6,9

Fazit: Je größer der Unterschied der Empfindlichkeit der Mikrofone, desto schlechter wird das Bündelungsmaß.

Mit dem Verfahren bzw. der Einrichtung kann für jede störschallerfüllte Umgebung ein optimales Bündelungsmaß der Mikrofonanordnung erreicht werden, weil es die Empfindlichkeit der Mikrofone immer automatisch ausgleicht.

Ein Parameter, um ein Richtmikrofon zu beurteilen, ist das Bündelungsmaß. Dieses beschreibt, anschaulich ausgedrückt, inwieweit eine Unterdrückung von diffus (allseitig) einfallendem Schall gegenüber einem Nutzschall aus der Hauptachse erreicht wird. Dabei ist das Bündelungsmaß eine logarithmische Größe und wird demnach in Dezibel ausgedrückt.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die vorgestellte Lösung besteht vorzugsweise aus einem Array von Mikrofonen und Filtern, um die Empfindlichkeit der Mikrofone auszugleichen und den gewünschten Frequenzgang des Arrays zu erreichen.

10

1.5

20

25

20

Gegenüber den bekannten Mikrofon-Arrays, die komplizierte digitale Filter benötigen, um die Frequenzgänge der Mikrofone auszugleichen, braucht das vorgestellte Verfahren bzw. die vorgestellte Einrichtung nur die Ausgleichung der Empfindlichkeit. Und das kann entweder mit einem einfachen digitalen Filter oder mit einer analogen Schaltung realisiert werden.

Mit dem vorgestellten Array, in dem im einfachsten Fall zwei einfache Richtmikrofone benutzt werden, werden Bündelungsmaße erreicht, die mit einem einfachen Richtmikrofon nicht erreichbar sind. Ein Array mit Kugelmikrofonen kann diese Ergebnisse erreichen, aber nur wenn das Array mit mehr als zwei Mikrofonen gebaut ist. Außerdem wird vorzugsweise für jedes Mikrofon ein Filter benötigt, um die Frequenzgänge von den verschiedenen Mikrofonen auszugleichen.

Um die Empfindlichkeit der Mikrofone auszugleichen, sollte man die Mikrofone mit einer Schallquelle, die orthogonal zu der Achse der Mikrofone angeordnet ist, anregen, um die Korrektur der Empfindlichkeit zu berechnen. Aber in der Praxis ist dies nicht immer möglich.

Alternativ ist es auch möglich, die Empfindlichkeit unabhängig von der Position der Schallquelle auszugleichen. Dies ist
aber nur dann möglich, wenn die Schallquelle nur Tieffrequenzanteile hat und deren Wellenlänge viel größer ist als
der Abstand zwischen den Mikrofonen. Bei einer Mikrofonanordnung mit zwei Mikrofonen sollte die Wellenlänge z.B. größer
als der doppelte Mikrofonabstand sein, während die Wellenlänge bei der Mikrofonanordnung mit mehr als zwei Mikrofonen
größer als die Summe der einzelnen Mikrofonabstände sein
sollte.

Die Mikrofone sind darüber hinaus paarweise vorzugsweise so positioniert, daß ihre Hauptachsen auf einer gemeinsamen Achse liegen. Es sind aber auch Abweichungen hiervon bezüglich eines Kipp- bzw. Verstellwinkels, der z.B. im Bereich zwischen 0° und 40° variieren kann, und bezüglich eines Versatzabstandes, der z.B. kleiner als der oder gleich dem Mikrofonabstand ist, möglich. In all diesen Abweichungsfällen gibt es vorzugsweise immer ein Bezugsmikrofon mit einer Bezugshauptachse, gegenüber dem bzw. der die jeweils anderen Mikrofone der Mikrofonanordnung um einen Verstellwinkel zur Hauptachse und einem Versatzabstand angeordnet sind.

Die Signale von den Mikrofonen werden z.B. von einem Block verarbeitet, um die Empfindlichkeit der Mikrofone auszugleichen. Danach wird die Differenz sowie die Summe von den zwei Signalen gebildet und daraus eine Linearkombination gebildet, um ein Signal mit einer Richtcharakteristik höherer Ordnung als die von den zwei Mikrofonen des Arrays zu erhalten.

Zuletzt wird das Signal mit einem Filter verarbeitet, um den gewünschten Frequenzgang und Empfindlichkeit des Arrays zu erreichen.

20

5

Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn die Mikrofonanordnung ein grenzflächig (an einer "akutischen Grenzfläche"; eine "akutische Grenzfläche" ist in der Akustik eine harte Fläche, z.B. ein Tisch in einem Raum, die Fensterscheibe oder das 25 Dach in einem Auto etc.) aufgebautes Gradientenmikrofon zweiter Ordnung (Quadrupolmikrofon) ist, weil dadurch der Signal-/Eigengeräuschstörabstand verbessert wird. Dabei wird außerdem der Störabstand zwischen Nutzsignal und Umgebungsgeräusch bei einer Schallaufnahme in Situationen mit hohem Umgebungs-30 geräusch, wie z.B. in Fahrzeugen oder öffentlichen Räumen vergrößert. Die subjektive Verständlichkeit aufgenommener Sprache wird somit in halliger Umgebung, wie z.B. in Räumen mit stark reflektierenden Wänden (Auto, Telefonzelle, Kirche) erhöht.

35

Das Quadrupolmikrofon besteht aus der Kombination zweier Gradientenmikrofone erster Ordnung mit nierenförmiger Charakte-

10

15

20

25

30

35

ristik, deren Ausgangssignale voneinander subtrahiert werden. Durch diese Maßnahme wird das Bündelungsmaß von 4.8 auf 10 dB erhöht. Das Bündelungsmaß gibt hierbei den Gewinn an, mit dem das in der Mikrofonhauptachse einfallende Nutzsignal gegenüber dem diffus einfallenden Störsignal verstärkt wird. Durch die geeignete Anordnung der Einzelmikrofone des Quadrupolmikrofons an einer Grenzfläche wird die Nutzsignalempfindlichkeit des Mikrofons um weitere 6 dB gesteigert und der im unteren Frequenzbereich prinzipiell geringe Eigengeräuschabstand von Gradientenmikrofon höherer Ordnung signifikant verbessert.

Wesentlich an der vorgeschlagenen Lösung ist der im Vergleich zu bisherigen Lösungen geringe Aufwand, mit dem die Nutzsignalverbesserung erzielt wird. Gleichzeitig sind die äußeren Abmessungen des Grenzflächenquadrupolmikrofons bei einer vergleichbaren Richtwirkung geringer als bei bekannten Anordnungen. Bei der vorgeschlagenen Anordnung werden Interferenzen des eintreffenden Direktschalls mit dem von der Grenzfläche reflektierten Schall, die die Richtwirkung eines grenzflächennahen Mikrofons stören können, vermieden.

Mit dem grenzflächigen Aufbau des Gradientenmikrofons wird das in der Hauptachse einfallende Mikrofonnutzsignal gegenüber dem Mikrofoneigengeräusch um 6 dB angehoben.

Grenzflächig aufgebaute Gradientenmikrofone höherer Ordnung können überall dort sinnvoll eingesetzt werden, wo eine qualitativ hochwertige Aufnahme von akustischen Signalen in gestörter Umgebung benötigt wird. Neben einer hohen Störsignalunterdrückung bewirkt die hohe Richtwirkung des Mikrofons auch eine deutliche Unterdrückung des Nachhalls in Räumen, so daß auch in ruhigen Räumen eine deutliche höhere Sprachverständlichkeit erzielt wird. Beispiele für den Einsatz der vorgestellten Erfindung können Freisprecheinrichtungen von Telefonen und automatische Spracherkennungssysteme aber auch Konferenzmikrofone sein.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der FIGUREN 1 bis 8 erläutert.

Die Realisierung des Empfindlichkeitsabgleichs ist in den FIGUREN 1 und 2 dargestellt. Wenn die beiden Mikrofone einen annähernd gleichen Frequenzgang aufweisen, ist der Empfindlichkeitsabgleich in einem eingeschränkten Frequenzbereich hinreichend, um über den gesamten Übertragungsbereich das gewünschte Bündelungsverhalten zu erreichen. In praktischen Fällen ist die Bedingung "gleicher Frequenzgang" in guter Näherung erfüllt.

Vorteilhaft kann das in der FIGUR 2 dargestellte Filter als 15 Tiefpaß mit einer Eckfrequenz von beispielsweise 100 Hz ausgeführt werden.

Die möglichen Anwendungen für ein Gradientenmikrofon der zweiten Ordnung sind in allen Fällen, wo man eine gute Übertragung der Sprache in geräuschvollen Umgebungen braucht.
Beispielsweise kann es ein Mikrofon für eine Freisprechanlage im Auto oder das Mikrofon für ein Spracherkennungssystem sein, das im Freisprechbetrieb funktioniert.

## 25 Automatischer Abgleich der Mikrofonempfindlichkeit

Die vorgestellte Lösung des Problems des Mikrofonempfindlichkeitsabgleichs beruht auf einem automatischen Abgleich der
Mikrofonsignalpegel während des Betriebs der Mikrofone in einem Array. Hierbei ist der vorhandene Umgebungsgeräusch- bzw.
der Nutzsignalpegel ausreichend. Die von den Mikrofonen aufgenommenen Mikrofonsignalpegel bzw. die -amplituden werden
unabhängig von ihrer Phasenlage gemessen und aneinander angeglichen. Dabei muß angenommen werden, daß die an den Mikrofonen eintreffenden Schalldruckpegel praktisch gleich bzw. die
Abweichungen deutlich unter der Toleranz der Mikrofonempfindlichkeit liegen. Diese Bedingung ist erfüllt, wenn der Ab-

10

30

stand zwischen der vom Schallpegel dominierenden Schallquelle und dem Mikrofonarray deutlich größer als der Abstand zwischen den abzugleichenden Mikrofonen ist und keine ausgeprägten Raummoden auftreten. Die Signalpegelmessung kann durch jede Art der Hüllkurvenmessung bzw. durch eine echte Effektivwertmessung erfolgen. Die Zeitkonstante dieser Messung muß dabei größer als die maximale Signallaufzeit zwischen den abzugleichenden Mikrofonen sein. Der Empfindlichkeitsabgleich kann durch eine der Signalpegelabweichung entgegenwirkende Verstärkung bzw. Abschwächung durchgeführt werden.

FIGUR 3 zeigt das Blockschaltbild des automatischen Mikrofonempfindlichkeitsabgleichs für n Mikrofone eines Arrays. Mikrofon 1 ist dabei das Referenzmikrofon, auf dessen Mikrofon-15 signalpegel die Pegel der anderen Mikrofone 2 bis n angeglichen werden. Das Schaltbild besteht aus Blöcken steuerbarer Verstärkung bzw. Abschwächung und Einheiten zur Signalpegelmessung. Aus den gemessenen Signalpegeln werden Differenzbzw. Fehlersignale en erzeugt, die als Stellgröße der varia-20 blen Verstärker bzw. Abschwächer dienen. Insgesamt handelt es sich um n-1 Regler, deren Führungsgröße der Signalpegel des Referenzmikrofons ist. Um die im vorigen Absatz genannte Abstandsbedingung einzuhalten, ist auch ein paarweiser Abgleich benachbarter Mikrofone vorstellbar (in FIGUR 3 nicht ge-25 zeigt).

FIGUR 4 zeigt das Blockschaltbild des automatischen Mikrofonempfindlichkeitsabgleichs für zwei Mikrofone, wobei die Signalpegel beider Mikrofone geregelt werden. Vorteil dieser
Lösung gegenüber der Lösung mit einem ungeregelten Referenzmikrofon nach FIGUR 3 ist die geringere Varianz der Ausgangspegel, da auf die mittlere Empfindlichkeit der Mikrofone
geregelt werden kann.

Der hier vorgestellte automatische Mikrofonabgleich läßt sich schaltungstechnisch einfach realisieren und erfordert keine weiteren Abgleichschritte, wie z.B. einen aufwendigen aku-

stischen Abgleich. Selbst für geringe Mikrofonarraystückzahlen sind eindeutige Kostenvorteile gegeben. Darüber hinaus
ermöglicht das Verfahren einen kontinuierlichen Abgleich, so
daß auch über die Zeit auftretende Empfindlichkeitsänderungen
der Mikrofone berücksichtigt werden.

## Automatischer Abgleich des Mikrofonfrequenzgangs

Bei dem automatischen Abgleich des Mikrofonfrequenzgangs handelt es sich um eine Verallgemeinerung des Mikrofonempfindlichkeitsabgleichs. Für den Frequenzabgleich muß angenommen
werden, daß die spektrale Verteilung des an den Mikrofonen
eintreffenden Schalls in den zu kompensierenden Frequenzbereichen ähnlich ist bzw. daß Abweichungen deutlich unterhalb
der Toleranzbereiche des Mikrofonfrequenzgangs liegen. Diese
Bedingung ist wieder bei einer gegenüber dem Mikrofonabstand
weit entfernt liegenden Schallquelle erfüllt (siehe Abstandsbedingung weiter oben).

20 Der Abgleich erfolgt in Teilbändern des Mikrofonübertragungsfrequenzbereichs und kann entweder durch eine Entzerrung mit entsprechenden analogen oder digitalen Filtern erfolgen. Im anschaulichsten Fall handelt es sich um eine Filterstruktur parallel (wie in FIGUR 5 gezeigt) oder seriell geschalteter 25 Bandpässe, deren Verstärkung unabhängig voneinander gesteuert werden kann. Der Summenfrequenzgang der Filter des ungeregelten Referenzmikrofons (FIGUR 5 fil $_{x1}$ , fil $_{x2}$  ... fil $_{xn}$ ) ist im gewünschten Übertragungsfrequenzbereich eben. Der Frequenzgang des Vergleichsmikrofons wird durch Anheben bzw. Absenken 30 (Verstärken bzw. Dämpfen) der Filterteilbänder (fil<sub>y1</sub>, fil<sub>y2</sub> ... filyn) dem des Referenzmikrofons angeglichen. Die dafür erforderlichen Steuersignale  $g_1$ ,  $g_2$ ,  $g_n$  werden direkt aus den für die einzelnen Frequenzbereiche gewonnenen Fehlersignalen abgeleitet (g1 ~ e1, g2 ~ e2 ... gn ~ en). Für einen präzisen 35 Abgleich ist gewöhnlich eine hohe Anzahl von Bandpaßfiltern erforderlich.

10

15

25

30

35

Eine deutliche Aufwandsreduzierung der Filterstruktur kann vorgenommen werden, wenn die in bestimmten Frequenzbereichen dominierenden Mikrofonparameter, wie z. B. die Ausführung der Schalleintrittsöffnung, das Front-/Rückvolumen, die Membrannachgiebigkeit und deren elektrische Ersatzschaltbilder bekannt sind und Abweichungen zwischen Mikrofonen auf Änderungen einzelner Parameter zurückgeführt werden können. Durch entsprechende Entzerrungsfilter, die diese Abweichungen gezielt rückgängig machen, ist ein Abgleich bei einem vergleichsweise geringen Aufwand möglich.

FIGUR 6 zeigt das Blockschaltbild einer Abgleichvorrichtung, die aus einem steuerbaren Entzerrungsfilter, Bewertungsfiltern und Pegelmeßeinheiten besteht. Das Entzerrungsfilter wird wieder über das Differenzsignal e der Pegelmeßeinheiten angesteuert, wobei im allgemeinen sowohl der Amplituden- als auch der Phasenfrequenzgang verändert wird.

Die für den Empfindlichkeitsabgleich genannten Vorteile gel-20 ten auch für den automatischen Abgleich des Mikrofonfrequenzgangs.

Einfache Steuerung der Empfindlichkeit von Mikrofonen mit integriertem Verstärker, dessen Arbeitspunkt durch eine externe Beschaltung einstellbar ist, z.B. einen Feldeffekttransistor-Vorverstärker (FET-Vorverstärker)

Bei praktisch allen zur Zeit in Telekommunikations- und Konsumeranwendungen verwendeten Mikrofonkapseln handelt es sich um Elektretwandler mit integriertem Feldeffekttransistor-Vorverstärker. Dieser Vorverstärker dient zur Verringerung der sehr hohen Mikrofonquellimpedanz und zur Verstärkung des Mikrofonsignals. In der Regel handelt es sich hierbei um die Sourceschaltung eines Feldeffekttransistors. Durch Veränderung der Speiseimpedanz und der Versorgungsspannung läßt sich der Arbeitspunkt des Transistors und damit auch die Empfindlichkeit des Mikrofons ändern. Änderungen des Mikrofonfre-

quenzgangs sind möglich, wenn nicht nur reelle, sondern auch komplexe Speiseimpedanzen zugelassen werden.

FIGUREN 7 und 8 zeigen jeweils die Schaltung für eine einfa-5 che Empfindlichkeits- und Frequenzgangsteuerung von Elektret-Mikrofonen, die ohne externe, steuerbare Verstärker oder Abschwächer auskommt. Die einfachste Realisierung besteht in der Empfindlichkeits- und Frequenzgangsteuerung über die Mi $krofonversorgungsspannung U_L$ , die im Fall des automatischen Empfindlichkeitsabgleichs bzw. -ausgleichs direkt aus dem 10 Differenzsignal der gemessenen Schallpegel bzw. Signalpegel  $U_L = (v \cdot e_n) + U_0$  abgeleitet werden kann (v bezeichnet dabei einen Verstärkungsfaktor und U eine konstante Spannungsgröße, z.B. Ausgangsspannung vor Empfindlichkeits- und Frequenzgangausgleich). Der Steuerungsbereich der Mikrofonempfind-15 lichkeit über die Versorgungsspannung des Mikrofons liegt bei bis zu 25 dB, je nach Speiseimpedanz (siehe Tabelle 2).

Alternativ ist es auch möglich, die Empfindlichkeits- und Frequenzgangsteuerung derart zu realisieren, daß die Mikrofonspeiseimpedanz  $Z_L$  mit einer Steuerspannung  $U_{ST}$ , die im Fall des automatischen Empfindlichkeits- und Frequernzgangabgleichs bzw. -ausgleichs direkt aus dem Differenzsignal der gemessenen Schallpegel bzw. Signalpegel  $U_{ST} \approx ((v \cdot e_n) + U_0)$  abgeleitet werden kann (v bezeichnet dabei einen Verstärkungsfaktor und  $U_0$  eine konstante Spannungsgröße, z.B. Ausgangsspannung vor Empfindlichkeits- und Frequenzgangausgleich).

Eine elektronische Steuerung der Speieseimpedanz Z<sub>L</sub> kann für reelle Werte durch einen gesteuerten Feldeffekttransistor und für komplexe Werte durch die Gyratorschaltung erfolgen. Der Steuerungsbereich der Mikrofonempfindlichkeit über die Speiseimpedanz liegt bei bis zu 10 dB in Abhängigkeit der Mikrofonversorgungsspannung (siehe Tabelle 2).

35

Der Vorteil dieser Art der Empfindlichkeits- und Frequenzgangsteuerung liegt in der Minimierung des Schaltungsaufwands

10

15

20

und der damit verbundenen Kosten. Der Steuerungsbereich ist für die meisten Anwendungen ausreichend hoch.

Der erfinderische Schritt bei dem Empfindlichkeits- bzw. Frequenzgangabgleich ist die Trennung von Amplituden- und Phaseninformation des an den Mikrofonen eintreffenden Schalls, was einen automatischen Abgleich während des Betriebs von Mikrofonen in einem Array ermöglicht. Während die Phasenbeziehung für die Ausbildung der Richtcharakteristik eines Arrays herangezogen wird, steht die Amplitudenbeziehung für einen Abgleich der Mikrofonempfindlichkeiten und der Amplitudenfrequenzgänge zur Verfügung. Herstellungstoleranzen dieser Mikrofonparameter lassen sich damit kompensieren, so daß sich der gewünschte Frequenzgang und die Richtcharakteristik der Gesamtanordnung ausbildet.

Der erfinderische Schritt bei der Empfindlichkeitssteuerung von Mikrofonen mit integriertem FET-Vorverstärker ist die Nutzung der Versorgungsspannung bzw. des Speisewiderstands zur Veränderung des FET-Arbeitspunkts und damit der Verstärkung des FET-Vorverstärkers.

Das vorgestellte Mikrofonabgleichprinzip kann für alle Multimikrofonanordnungen verwendet werden, deren richtungsabhängige Empfindlichkeit durch Ausnützung der Phasenbeziehungen 25 zwischen den Einzelmikrofonsignalen gewonnen wird. Diese Mikrofonanordnungen können überall dort sinnvoll eingesetzt werden, wo eine qualitativ hochwertige Aufnahme von akustischen Signalen in gestörter Umgebung benötigt wird. Die 30 Richtcharakteristik dieser Anordnungen erlaubt dabei die Abschwächung von Störschall (Umgebungsgeräusche, Hall) außerhalb der Mikrofonhauptachse sowie die Trennung benachbarter Schallquellen (andere Sprecher). Der automatische Mikrofonabgleich ermöglicht durch die Umgehung eines aufwendigen akustischen Abgleichs erhebliche Kosteneinsparungen bei der Her-35 stellung und ermöglicht so auch den Einsatz von Mikrofonarrays in Konsumeranwendungen wie z. B. in Freisprecheinrichtungen für Kommunikationsendgeräte oder zur Sprachsteuerung von Geräten. Weitere Anwendungen von Mikrofonarrays, bei denen die Erfindung sinnvoll eingesetzt werden kann, sind Konferenzmikrofone.

5

10

15

20

Das Abgleichprinzip wurde bereits in einer einfachen elektronischen Schaltung realisiert und auf seine Tauglichkeit mit einem Gradientenmikrofon zweiter Ordnung getestet. Das Gradientenmikrofon besteht aus der Zusammenschaltung zweier Nierenmikrofone, deren Empfindlichkeit durch die Schaltung automatisch abgeglichen wird. Die Empfindlichkeitssteuerung des abzugleichenden Mikrofons erfolgt nach dem in Abschnitt 3.3 vorgestellten Prinzip. Der Mikrofonabgleich funktioniert schon bei geringen Umgebungsgeräuschen (Zimmerlautstärke) und ist unabhängig von der Schalleinfallsrichtung.

Die Empfindlichkeitssteuerung von Mikrofonen mit eingebautem FET-Vorverstärker kann außerdem vorteilhaft zur automatischen Aussteuerung von Mikrofonsignalen eingesetzt werden. Diese Schaltungen werden im allgemeinen als "Automatic Gain Control" Schaltungen bezeichnet. Anwendungen dieser Schaltungen finden sich in praktisch allen Konsumergeräten, die einen Mikrofonaufnahmekanal besitzen (Kassettenrekorder, Diktiersysteme, (Freisprech-)Telefone).

## Patentansprüche

5

20

35

- 1. Verfahren zum Aufnehmen und Bearbeiten von Audiosignalen in einer störschallerfüllten Umgebung mit folgenden Merkmalen:
- (a) mindestens zwei Mikrofone werden in bezug auf eine sich in der störschallerfüllten Umgebung befindenden Schallquelle eine Mikrofonanordnung bildend paarweise in einem vorgegebenen Mikrofonabstand angeordnet,
- 10 (b) die Mikrofone, ein erstes Mikrofon und mindestens ein zweites Mikrofon, werden in bezug auf eine Hauptachse, die durch das erste Mikrofon festgelegt wird, derart angeordnet, daß das zweite Mikrofon um einen vorgegebenen Kipp- bzw. Verstellwinkel zu der Hauptachse und/oder um einen vorgegebenen
- 15 Versatzabstand zu der Hauptachse bzw. dem ersten Mikrofon angeordnet ist,
  - (c) von den Mikrofonen aus den aufgenommenen Audiosignalen durch Umwandlung erzeugte elektrische Signale werden derart bearbeitet, daß bei gleichen Schalldruckpegeln an den Mikrofonen von diesen erzeugte, unterschiedlich starke elektrische Signale unterschiedliche Empfindlichkeiten und/oder unter-
  - schiedliche Frequenzgänge der Mikrofone automatisch ausgeglichen werden.
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß,

wenn das erste Mikrofon ein erstes elektrisches Signal und jedes zweite Mikrofon jeweils ein zweites elektrisches Signal erzeugt, das erste elektrische Signal und das zweite elektri-

- 30 sche Signal bzw. die zweiten elektrischen Signale paarweise derart bearbeitet werden, daß die jeweils unterschiedlichen Empfindlichkeiten und/oder Frequenzgänge in den von den Mikrofonen erzeugten elektrischen Signalen automatisch ausgeglichen werden.
  - 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß beim Ausgleich unterschiedlicher Empfindlichkeiten

- (a) das erste elektrische Signal und das zweite elektrische Signal gefiltert werden,
- (b) Signalpegeldifferenzen aus den gefilterten elektrischen Signalen gebildet werden,
- 5 (c) die ungefilterten elektrischen Signale zumindest teilweise in Abhängigkeit von den Signalpegeldifferenzen bezüglich der jeweiligen Signalpegel solange verändert werden, bis die Signalpegeldifferenzen jeweils im wesentlichen den Wert "O" annehmen.

- 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß
- (a) aus den ungefilterten elektrischen Signalen jeweils paarweise Summensignale und Differenzsignale gebildet werden,
- (b) aus den jeweiligen Summensignalen und Differenzsignalen jeweils zur Erzielung einer Richtcharakteristik höherer Ordnung durch Bildung von Linearkombinationen und/oder Laufzeitverzögerungen nach dem "Delay-and-Sum-Prinzip" ein gemeinsames Nutzsignal gebildet wird,
- 20 (c) das Nutzsignal zur Erzielung des gewünschten Frequenzgangs und der gewünschten Empfindlichkeit gefiltert wird.
  - 5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß
- das erste elektrische Signal und das zweite elektrische Signal beliebig gefiltert, z.B. tief-, hoch- oder bandpaßgefiltert, werden, wenn die Schallquelle im wesentlichen orthogonal zu der Hauptachse angeordnet ist.
- 6. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das erste elektrische Signal und das zweite elektrische Signal tiefpaßgefiltert werden, wenn die Schallquelle nicht im wesentlichen orthogonal zu der Hauptachse angeordnet ist und
- die Wellenlänge der tiefpaßgefilterten Frequenzen bei der Mikrofonanordnung mit zwei Mikrofonen größer als der doppelte Mikrofonabstand und bei der Mikrofonanordnung mit mehr als

zwei Mikrofonen größer als die Summe der einzelnen Mikrofonabstände ist.

- 7. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß beim Ausgleich unterschiedlicher Empfindlichkeiten
  (a) von dem ersten elektrischen Signal und dem zweiten elektrischen Signal jeweils Signalpegel gemessen werden,
  - (b) Signalpegeldifferenzen aus den gemessenen Signalpegel der elektrischen Signalen gebildet werden,
- 10 (c) die elektrischen Signale zumindest teilweise in Abhängigkeit von den Signalpegeldifferenzen bezüglich der jeweiligen Signalpegel solange verändert werden, bis die Signalpegeldifferenzen jeweils im wesentlichen den Wert "O" annehmen.
- 15 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß
  - (a) aus den elektrischen Signalen jeweils paarweise Summensignale und Differenzsignale gebildet werden,
- (b) aus den jeweiligen Summensignalen und Differenzsignalen jeweils zur Erzielung einer Richtcharakteristik höherer Ordnung durch Bildung von Linearkombinationen und/oder Laufzeitverzögerungen nach dem "Delay-and-Sum-Prinzip" ein gemeinsames Nutzsignal gebildet wird,
- (c) das Nutzsignal zur Erzielung des gewünschten Frequenzgangs und der gewünschten Empfindlichkeit gefiltert wird.
  - 9. Verfahren nach Anspruch 2, 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß beim Ausgleich unterschiedlicher Frequenzgänge
- 30 (a) das erste elektrische Signal und das zweite elektrische Signal n-fach mit  $n \in N$  gefiltert werden,
  - (b) von dem gefilterten ersten elektrischen Signal und dem gefilterten zweiten elektrischen Signal jeweils Signalpegel gemessen werden,
- 35 (c) Signalpegeldifferenzen aus den gemessenen Signalpegel der gefilterten elektrischen Signalen gebildet werden,

- (d) die Filterungen der elektrischen Signale zumindest teilweise in Abhängigkeit von den Signalpegeldifferenzen bezüglich der jeweiligen Signalpegel solange verändert werden, bis die Signalpegeldifferenzen jeweils im wesentlichen den Wert "O" annehmen.
  - 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß

das erste elektrische Signal und das zweite elektrische Signal n-fach mit  $n \in \mathbb{N}$  bandpaßgefiltert werden.

- 11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß
- (a) aus dem ersten elektrischen Signal oder aus einem ersten Gesamtsignal des n-fach gefilterten ersten elektrischen Signals und aus einem zweiten Gesamtsignal des n-fach gefilterten zweiten elektrischen Signals jeweils paarweise Summensignale und Differenzsignale gebildet werden,
- (b) aus den jeweiligen Summensignalen und Differenzsignalen jeweils zur Erzielung einer Richtcharakteristik höherer Ordnung durch Bildung von Linearkombinationen und/oder Laufzeitverzögerungen nach dem "Delay-and-Sum-Prinzip" ein gemeinsames Nutzsignal gebildet wird,
- (c) das Nutzsignal zur Erzielung des gewünschten Frequenzgangs und der gewünschten Empfindlichkeit gefiltert wird.
  - 12. Verfahren nach Anspruch 2, 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß beim Ausgleich unterschiedlicher Frequenzgänge
- (a) das erste elektrische Signal und/oder das zweite elektrische Signal zur Entzerrung gefiltert werden,
  - (b) das erste elektrische Signal und das zweite elektrische Signal zur Bewertung gefiltert werden,
- (c) von dem bewerteten ersten elektrischen Signal und dem be-35 werteten zweiten elektrischen Signal jeweils Signalpegel gemessen werden,

- (d) Signalpegeldifferenzen aus den gemessenen Signalpegel der bewerteten elektrischen Signalen gebildet werden,
- (e) die Entzerrungsfilterungen der elektrischen Signale zumindest teilweise in Abhängigkeit von den Signalpegeldifferenzen bezüglich der jeweiligen Signalpegel solange verändert werden, bis die Signalpegeldifferenzen jeweils im wesentlichen den Wert "O" annehmen.
- 13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeich-10 net, daß
  - (a) aus dem ersten elektrischen Signal oder aus dem entzerrten ersten elektrischen Signal und aus dem entzerrten zweiten elektrischen Signale jeweils paarweise Summensignale und Differenzsignale gebildet werden,
- (b) aus den jeweiligen Summensignalen und Differenzsignalen jeweils zur Erzielung einer Richtcharakteristik höherer Ordnung durch Bildung von Linearkombinationen und/oder Laufzeitverzögerungen nach dem "Delay-and-Sum-Prinzip" ein gemeinsames Nutzsignal gebildet wird,
- 20 (c) das Nutzsignal zur Erzielung des gewünschten Frequenzgangs und der gewünschten Empfindlichkeit gefiltert wird.
  - 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß
- die Mikrofonanordnung aus zwei Richt- bzw. Gradientenmikrofonen gebildet wird.
  - 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß
- 30 die Mikrofonanordnung aus drei Kugelmikrofonen gebildet wird.
  - 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß
- der Kipp- bzw. Verstellwinkel derart vorgegeben wird, daß der 35 Kipp- bzw. Verstellwinkel einen Winkel im Bereich zwischen 0° und 40° aufweist.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Versatzabstand derart vorgegeben wird, daß der Versatzabstand kleiner als der oder gleich dem Mikrofonabstand ist.

5

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikrofonanordnung an einer "akustischen Grenzfläche" angeordnet wird.

10

- 19. Einrichtung zum Aufnehmen und Bearbeiten von Audiosignalen in einer störschallerfüllten Umgebung mit folgenden Merkmalen:
- (a) mindestens zwei Mikrofone sind in bezug auf eine sich in der störschallerfüllten Umgebung befindenden Schallquelle eine Mikrofonanordnung bildend paarweise in einem vorgegebenen Mikrofonabstand angeordnet,
  - (b) die Mikrofone , ein erstes Mikrofon und mindestens ein zweites Mikrofon , sind in bezug auf eine Hauptachse, die
- durch das erste Mikrofon festgelegt wird, derart angeordnet, daß das zweite Mikrofon um einen vorgegebenen Kipp- bzw. Verstellwinkel zu der Hauptachse und/oder um einen vorgegebenen Versatzabstand zu der Hauptachse bzw. dem ersten Mikrofon angeordnet ist,
- 25 (c) erste Filter filtern ein von dem ersten Mikrofon durch Umwandlung erzeugtes erstes elektrisches Signal und ein von jedem zweiten Mikrofon durch Umwandlung erzeugtes zweites elektrisches Signal , wobei die Signale unterschiedliche Empfindlichkeiten und/oder Frequenzgänge aufweisen,
- 30 (d) Mittel zum Bilden von Signalpegeldifferenzen erzeugen paarweise aus den gefilterten elektrischen Signalen Signalpegeldifferenzen,
  - (e) Steuermittel sind mit den Mitteln zum Bilden von Signalpegeldifferenzen derart verbunden und ausgebildet, daß
- die ungefilterten elektrischen Signale zumindest teilweise in Abhängigkeit von den Signalpegeldifferenzen bezüglich der jeweiligen Signalpegel solange verändert werden, bis die Si-

gnalpegeldifferenzen jeweils im wesentlichen den Wert  $0^n$  annehmen.

- 20. Einrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß
- (a) Summenbildungsmittel vorgesehen sind, die aus den ungefilterten elektrischen Signalen jeweils paarweise Summensignale und Differenzsignale bilden,
- (b) das Mittel zur Bildung von Linearkombinationen und/oder 10 Laufzeitverzögerungen vorgesehen sind, die nach dem "Delayand-Sum-Prinzip" zur Erzielung einer Richtcharakteristik höherer Ordnung aus den jeweiligen Summensignalen und Differenzsignalen jeweils ein gemeinsames Nutzsignal bilden,
- (c) ein zweites Filter vorgesehen ist, das das Nutzsignal zur 15 Erzielung des gewünschten Frequenzgangs und der gewünschten Empfindlichkeit filtert.
  - 21. Einrichtung nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß
- das erste Filter ein Tief-, Hoch- oder Bandpaßfilter ist, wenn die Schallquelle im wesentlichen orthogonal zu der Hauptachse angeordnet ist.
- 22. Einrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Filter ein Tiefpaßfilter ist, wenn die Schallquelle nicht im wesentlichen orthogonal zu der Hauptachse angeordnet ist und die Wellenlänge der tiefpaßgefilterten Frequenzen bei der Mikrofonanordnung mit zwei Mikrofonen größer als der doppelte Mikrofonabstand und bei der Mikrofonanordnung mit mehr als zwei Mikrofonen größer als die Summe der einzelnen Mikrofonabstände ist.
- 23. Einrichtung zum Aufnehmen und Bearbeiten von Audiosigna-15 len in einer störschallerfüllten Umgebung mit folgenden Merkmalen:

20

25

- (a) mindestens zwei Mikrofone sind in bezug auf eine sich in der störschallerfüllten Umgebung befindenden Schallquelle eine Mikrofonanordnung bildend paarweise in einem vorgegebenen Mikrofonabstand angeordnet,
- 5 (b) die Mikrofone, ein erstes Mikrofon und mindestens ein zweites Mikrofon, sind in bezug auf eine Hauptachse, die durch das erste Mikrofon festgelegt wird, derart angeordnet, daß das zweite Mikrofon um einen vorgegebenen Kipp— bzw. Verstellwinkel zu der Hauptachse und/oder um einen vorgegebenen Versatzabstand zu der Hauptachse bzw. dem ersten Mikrofon angeordnet ist,
  - (c) Mittel zum Messen von Signalpegeln messen Signalpegel aus einem von dem ersten Mikrofon durch Umwandlung erzeugten ersten elektrischen Signal und aus einem von jedem zweiten Mikrofon durch Umwandlung erzeugten zweiten elektrischen Signal, wobei die Signale unterschiedliche Empfindlichkeiten aufweisen,
  - (d) Mittel zum Bilden von Signalpegeldifferenzen erzeugen paarweise aus den gemessenen elektrischen Signalen Signalpegeldifferenzen,
  - (e) Steuermittel sind mit den Mitteln zum Bilden von Signalpegeldifferenzen derart verbunden und ausgebildet, daß die elektrischen Signale zumindest teilweise in Abhängigkeit von den Signalpegeldifferenzen bezüglich der jeweiligen Signalpegel solange verändert werden, bis die Signalpegeldifferenzen jeweils im wesentlichen den Wert "O" annehmen.
  - 24. Einrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß
- 30 (a) Summenbildungsmittel vorgesehen sind, die aus den elektrischen Signalen jeweils paarweise Summensignale und Differenzsignale bilden,
- (b) das Mittel zur Bildung von Linearkombinationen und/oder Laufzeitverzögerungen vorgesehen sind, die nach dem "Delayand-Sum-Prinzip" zur Erzielung einer Richtcharakteristik höherer Ordnung aus den jeweiligen Summensignalen und Differenzsignalen jeweils ein gemeinsames Nutzsignal bilden,

- (c) ein Filter vorgesehen ist, das das Nutzsignal zur Erzielung des gewünschten Frequenzgangs und der gewünschten Empfindlichkeit filtert.
- 5 25. Einrichtung zum Aufnehmen und Bearbeiten von Audiosignalen in einer störschallerfüllten Umgebung mit folgenden Merkmalen:
  - (a) mindestens zwei Mikrofone sind in bezug auf eine sich in der störschallerfüllten Umgebung befindenden Schallquelle eine Mikrofonanordnung bildend paarweise in einem vorgegebenen Mikrofonabstand angeordnet,
  - (b) die Mikrofone, ein erstes Mikrofon und mindestens ein zweites Mikrofon, sind in bezug auf eine Hauptachse, die durch das erste Mikrofon festgelegt wird, derart angeordnet,
- daß das zweite Mikrofon um einen vorgegebenen Kipp- bzw. Verstellwinkel zu der Hauptachse und/oder um einen vorgegebenen Versatzabstand zu der Hauptachse bzw. dem ersten Mikrofon angeordnet ist,
- (c) Filter filtern ein von dem ersten Mikrofon durch Umwandlung erzeugtes erstes elektrisches Signal und ein von jedem zweiten Mikrofon durch Umwandlung erzeugtes zweites elektrisches Signal , wobei die Signale unterschiedliche Frequenzgänge aufweisen, n-fach mit n∈N,
- (d) Mittel zum Messen von Signalpegeln messen Signalpegel von dem gefilterten ersten elektrischen Signal und von dem gefilterten,
  - (d) Mittel zum Bilden von Signalpegeldifferenzen erzeugen paarweise aus den gefilterten elektrischen Signalen Signalpegeldifferenzen,
- 30 (f) Steuermittel sind mit den Mitteln zum Bilden von Signalpegeldifferenzen derart verbunden und ausgebildet, daß die Filterungen der elektrischen Signale zumindest teilweise in Abhängigkeit von den Signalpegeldifferenzen bezüglich der jeweiligen Signalpegel solange verändert werden, bis die Signalpegeldifferenzen jeweils im wesentlichen den Wert 0° ans
- 35 gnalpegeldifferenzen jeweils im wesentlichen den Wert "0" annehmen.

26. Einrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß das Filter ein Bandpaßfilter ist.

- 5 27. Einrichtung nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, daß
  - (a) Summenbildungsmittel vorgesehen sind, die aus dem ersten elektrischen Signal oder aus einem ersten Gesamtsignal des n-fach gefilterten ersten elektrischen Signals und aus einem
- zweiten Gesamtsignal des n-fach gefilterten zweiten elektrischen Signals jeweils paarweise Summensignale und Differenzsignale bilden,
  - (b) das Mittel zur Bildung von Linearkombinationen und/oder Laufzeitverzögerungen vorgesehen sind, die nach dem "Delay-
- 15 and-Sum-Prinzip" zur Erzielung einer Richtcharakteristik höherer Ordnung aus den jeweiligen Summensignalen und Differenzsignalen jeweils ein gemeinsames Nutzsignal bilden,
  - (c) ein Filter vorgesehen ist, das das Nutzsignal zur Erzielung des gewünschten Frequenzgangs und der gewünschten Emp-
- 20 findlichkeit filtert.
  - 28. Einrichtung zum Aufnehmen und Bearbeiten von Audiosignalen in einer störschallerfüllten Umgebung mit folgenden Merkmalen:
- 25 (a) mindestens zwei Mikrofone sind in bezug auf eine sich in der störschallerfüllten Umgebung befindenden Schallquelle eine Mikrofonanordnung bildend paarweise in einem vorgegebenen Mikrofonabstand angeordnet,
- (b) die Mikrofone, ein erstes Mikrofon und mindestens ein zweites Mikrofon, sind in bezug auf eine Hauptachse, die durch das erste Mikrofon festgelegt wird, derart angeordnet, daß das zweite Mikrofon um einen vorgegebenen Kipp- bzw. Verstellwinkel zu der Hauptachse und/oder um einen vorgegebenen Versatzabstand zu der Hauptachse bzw. dem ersten Mikrofon angeordnet ist,
  - (c) Entzerrungsfilter filtern ein von dem ersten Mikrofon durch Umwandlung erzeugtes erstes elektrisches Signal und ein

35

von jedem zweiten Mikrofon durch Umwandlung erzeugtes zweites elektrisches Signal, wobei die Signale unterschiedliche Frequenzgänge aufweisen,

- (d) Bewertungsfilter filtern das erste elektrische Signal und das zweite elektrische Signal ,
- (e) Mittel zum Messen von Signalpegeln messen Signalpegel von dem gefilterten ersten elektrischen Signal und von dem gefilterten zweiten elektrischen Signal,
- (f) Mittel zum Bilden von Signalpegeldifferenzen erzeugen 10 paarweise aus den gefilterten elektrischen Signalen Signalpegeldifferenzen,
- (g) Steuermittel sind mit den Mitteln zum Bilden von Signalpegeldifferenzen derart verbunden und ausgebildet, daß die Entzerrungsfilterungen der elektrischen Signale zumindest teilweise in Abhängigkeit von den Signalpegeldifferenzen bezüglich der jeweiligen Signalpegel solange verändert werden, bis die Signalpegeldifferenzen jeweils im wesentlichen den Wert "O" annehmen.
- 20 29. Einrichtung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß
  - (a) Summenbildungsmittel vorgesehen sind, die aus dem ersten elektrischen Signal oder aus dem entzerrten ersten elektrischen Sichen Signal und aus dem entzerrten zweiten elektrischen Si-
- gnal jeweils paarweise Summensignale und Differenzsignale bilden,
  - (b) das Mittel zur Bildung von Linearkombinationen und/oder Laufzeitverzögerungen vorgesehen sind, die nach dem "Delayand-Sum-Prinzip" zur Erzielung einer Richtcharakteristik hö-
- herer Ordnung aus den jeweiligen Summensignalen und Differenzsignalen jeweils ein gemeinsames Nutzsignal bilden, (c) ein Filter vorgesehen ist, das das Nutzsignal zur Erzielung des gewünschten Frequenzgangs und der gewünschten Empfindlichkeit filtert.

30. Einrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß, wenn das Mikrofon als ein Mikrofon mit integrierten Verstärker, dessen Arbeitspunkt durch eine externe Beschaltung einstellbar ist, ausgebildet ist, die Steuermittel derart ausgebildet sind, daß

- ist, die Steuermittel derart ausgebildet sind, daß

  (a) über eine Mikrofonversorgungsspannung, die sich aus der

  5 Summe einer konstanten Spannung und des Produkts von Signalpegeldifferenzsignal und Verstärkungsfaktor ergibt, die Empfindlichkeit und/oder der Frequenzgang steuerbar ist oder

  (b) über eine physikalische Steuergröße, die proportional zu dem Produkt aus Signalpegeldifferenzsignal und Verstärkungsfaktor ergänzt durch eine konstante Größe ist, eine Mikrofonspeiseimpedanz derart einstellbar ist, daß die Empfindlichkeit und/oder der Frequenzgang steuerbar ist.
- 31. Einrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 30, da15 durch gekennzeichnet, daß
  die Mikrofonanordnung zwei Richt- bzw. Gradientenmikrofone
  aufweist.
- 32. Einrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 30, da-20 durch gekennzeichnet, daß die Mikrofonanordnung drei Kugelmikrofone aufweist.
  - 33. Einrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 32, da-durch gekennzeichnet, daß
- der Kipp- bzw. Verstellwinkel derart vorgegeben ist, daß der Kipp- bzw. Verstellwinkel einen Winkel im Bereich zwischen 0° und 40° aufweist.
- 34. Einrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 33, da30 durch gekennzeichnet, daß
  der Versatzabstand derart vorgegeben ist, daß der Versatzabstand kleiner als der oder gleich dem Mikrofonabstand ist.
- 35. Einrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 34, da35 durch gekennzeichnet, daß
  die Mikrofonanordnung an einer akustischen Grenzfläche angeordnet ist.

Zusammenfassung

Verfahren und Einrichtung zum Aufnehmen und Bearbeiten von Audiosignalen in einer störschallerfüllten Umgebung

5

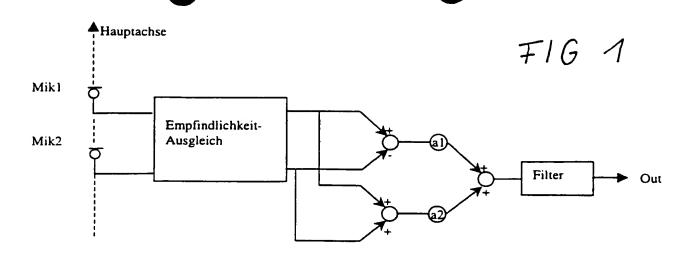
10

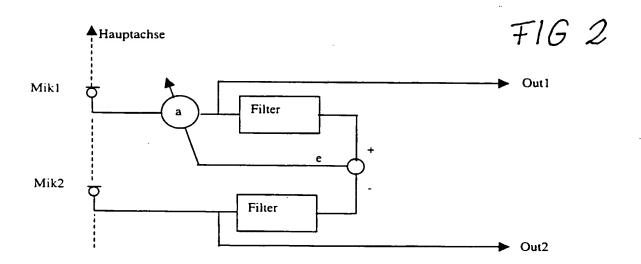
15

20

Um Audiosignale mit einem guten Nutzsignal-zu-Störsignal-Verhältnis unter Störschallbedingungen und mit einem guten Verhältnis zwischen dem direkten und dem reflektierten Schall in einer, insbesondere nicht nachhallfreien, Umgebung aufzunehmen und zu bearbeiten, werden von einer vorgegebenen Mikrofonanordnung aus aufgenommenen Audiosignalen durch Umwandlung erzeugte elektrische Signale derart bearbeitet, daß bei gleichen Schalldruckpegeln an den Mikrofonen der Mikrofonanordnung von diesen erzeugte, unterschiedlich starke elektrische Signale - unterschiedliche Empfindlichkeiten der Mikrofone - automatisch, d.h. ohne manuelle individuell und separat vorzunehmende Ausgleichsprozeduren, ausgeglichen werden. Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, die Eigenschaften eines Array von Mikrofonen mit denen eines Verfahrens zum Ausgleichen der Empfindlichkeit von Mikrofonen zu kombinieren.

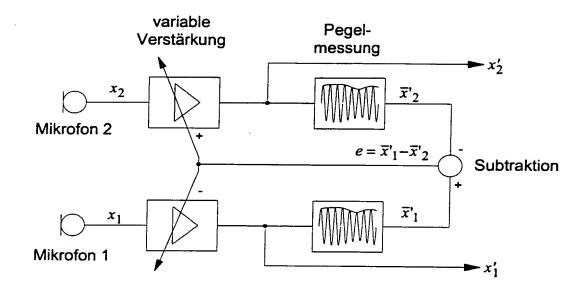
FIGUR 2

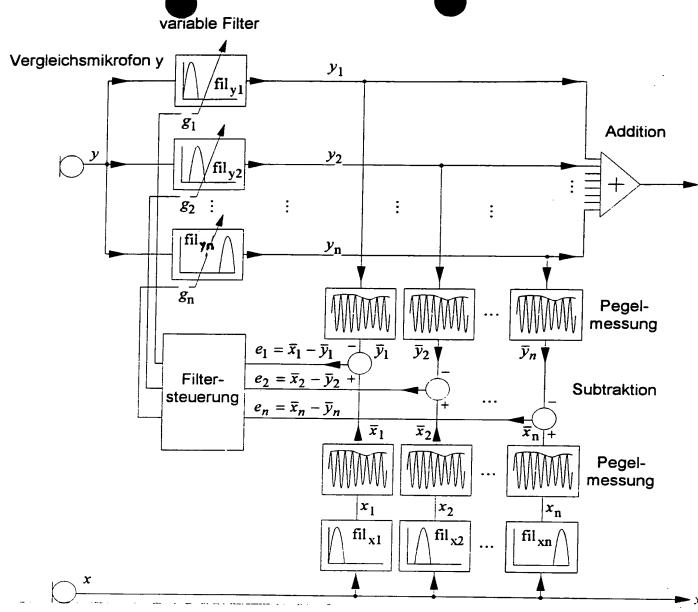




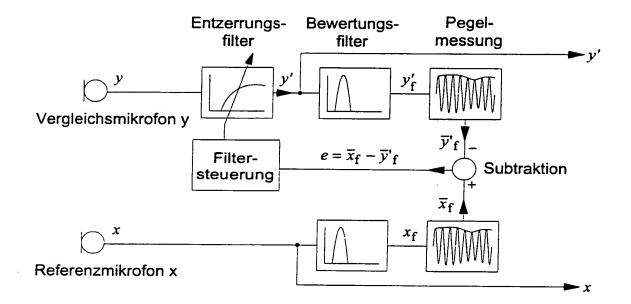
Stell are Verstarkung/ Abschwächung Pegelmessung  $x_n$  Mikrofon n  $e = \overline{x_1} - \overline{x'_n}$  Subtraktion  $x_2$   $e = \overline{x_1} - \overline{x'_2}$  Subtraktion Mikrofon 1 (Referenz)

F164

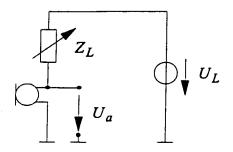




Referenzmikrofon x



F167



. .

.-

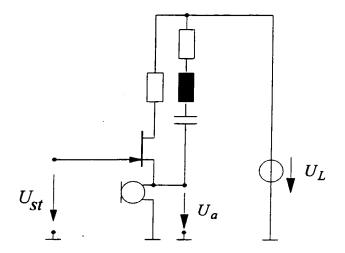
.

.

.

.

TIE 8



.

### VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

Absender:

MIT DER INTERNÄTIONALEN VORLÄUFIGEN PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE

Eing.

An:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT

Postfach 22 16 34 D-80506 München

**ALLEMAGNE** 

CT IPS AM Mch P/Ri

0 8. Juni 2001

ITEILUNG ÜBER DIE

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERSENDUNG DES INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN PRÜFUNGSBERICHTS

(Regel 71.1 PCT)

endedatum

(Tag/Monat/Jahr)

07.06.2001

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts

1999P02377WO

WICHTIGE MITTEILUNG

Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/00859

Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 20/03/2000

Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 19/03/1999

Anmelder

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.

WIS

- 1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß ihm die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde hiermit den zu der internationalen Anmeldung erstellten internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen, übermittelt.
- 2. Eine Kopie des Berichts wird gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen dem Internationalen Büro zur Weiterleitung an alle ausgewählten Ämter übermittelt.
- 3. Auf Wunsch eines ausgewählten Amts wird das Internationale Büro eine Übersetzung des Berichts (jedoch nicht der Anlagen) ins Englische anfertigen und diesem Amt übermitteln.

#### 4. ERINNERUNG

Zum Eintritt in die nationale Phase hat der Anmelder vor jedem ausgewählten Amt innerhalb von 30 Monaten ab dem Prioritätsdatum (oder in manchen Ämtern noch später) bestimmte Handlungen (Einreichung von Übersetzungen und Entrichtung nationaler Gebühren) vorzunehmen (Artikel 39 (1)) (siehe auch die durch das Internationale Büro im Formblatt PCT/IB/301 übermittelte Information).

Ist einem ausgewählten Amt eine Übersetzung der internationalen Anmeldung zu übermitteln, so muß diese Übersetzung auch Übersetzungen aller Anlagen zum internationalen vorläufigen Prüfungsbericht enthalten. Es ist Aufgabe des Anmelders, solche Übersetzungen anzufertigen und den betroffenen ausgewählten Ämtern direkt zuzuleiten.

Weitere Einzelheiten zu den maßgebenden Fristen und Erfordernissen der ausgewählten Ämter sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde

Europäisches Patentamt D-80298 München

Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d

Fax: +49 89 2399 - 4465

Bevollmächtigter Bediensteter

Kiepe, C

Tel. +49 89 2399-2423



### **PCT**

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen 1999P0237	des Anmelders oder Anwalts 77WO	WEITERES VORGEHE		lung über die Übersendung des internationale Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales	s Aktenzeichen	Internationales Anmeldedatum	(Tag/Monat/Jahr)	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag)	
PCT/DE00/	00859	20/03/2000		19/03/1999	
Internationale H04R3/00	Patentklassifikation (IPK) oder i	nationale Klassifikation und IPK			
	AKTIENGESELLSCHAFT	et al.			
		ungsbericht wurde von der r elder gemäß Artikel 36 überr		onalen vorläufigen Prüfung beauftragten	
2. Dieser B	BERICHT umfaßt insgesamt	7 Blätter einschließlich dies	es Deckblatts.		
und/	oder Zeichnungen, die geä	ndert wurden und diesem Be	richt zugrunde l	tter mit Beschreibungen, Ansprüchen liegen, und/oder Blätter mit vor dieser t 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PC	
Diese Ar	nlagen umfassen insgesamt	Blätter.			
3. Dieser B	ericht enthält Angaben zu fo	olgenden Punkten:			
1 2	☐ Grundlage des Berichts				
11 0	☐ Priorität				
iii [	☐ Keine Erstellung eines 0	autachtens über Neuheit, erf	nderische Tätig	keit und gewerbliche Anwendbarkeit	
IV [	Mangelnde Einheitlichke	it der Erfindung			
V [2	Begründete Feststellung gewerblichen Anwendba	ı nach Artikel 35(2) hinsichtli ırkeit; Unterlagen und Erklär	ch der Neuheit, ungen zur Stütz	der erfinderischen Tätigkeit und der rung dieser Feststellung	
VI E	Bestimmte angeführte U	nterlagen			
VII 🛭	Bestimmte Mängel der in	nternationalen Anmeldung			
VIII [	☐ Bestimmte Bemerkunge	n zur internationalen Anmelo	lung		
Datum der Einr	eichung des Antrags	Datu	n der Fertigstellur	ng dieses Berichts	
17/10/2000		07.06	5.2001		
	tanschrift der mit der internation ragten Behörde:	alen vorläufigen Bevo	lmächtigter Bedie	nsteter as micros	
<i>o</i> ))) ⊳-	uropäisches Patentamt -80298 München el. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 (	epmu d	t, C	The state of the s	
Fax: +49 89 2399 - 4465			Ir. +49 89 2399 89	958	

#### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER **PRÜFUNGSBERICHT**

Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/00859

<ol> <li>Grundlage des Beric</li> </ol>	chts
---	------

1.	Au ein	fforderung nach Art	ndteile der internationalen Anmeldung ( <i>Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine</i> ikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich hm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)): n:
	1-1	4	ursprüngliche Fassung
	Pa	tentansprüche, Nr.	:
	1-3	35	ursprüngliche Fassung
	Zei	chnungen, Blätter	:
	1/7	-7/7	ursprüngliche Fassung
		internationale Anm	ne: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der eldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern hts anderes angegeben ist.
		Bestandteile stand gereicht; dabei hand	en der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache delt es sich um
		die Sprache der Ü Regel 23.1(b)).	bersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nac
		die Veröffentlichur	gssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
		die Sprache der Ü ist (nach Regel 55	bersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worder .2 und/oder 55.3).
3.			nternationalen Anmeldung offenbarten <b>Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz</b> ist die e Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:
		in der international	en Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
			internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
		bei der Behörde na	achträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
		bei der Behörde na	achträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
			das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den It der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
			die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen entsprechen, wurde vorgelegt.
4.	Auf	grund der Änderung	en sind folgende Unterlagen fortgefallen:



atamatika dan Alabamatika

Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/00859

		Beschreibung,	Seiten:				
		Ansprüche,	Nr.:				
		Zeichnungen,	Blatt:				
5.			en nach Auffas	sung der Beh	örde über den Offenb	n erstellt worden, da d arungsgehalt in der u	
		(Auf Ersatzblätter, di beizufügen).	e solche Änder	rungen enthalt	en, ist unter Punkt 1 h	ninzuweisen;sie sind d	liesem Bericht
6.	Etwa	aige zusätzliche Bem	erkungen:				
V.						er erfinderischen Täti ng dieser Feststellung	
1.	Fest	tstellung					
	Neu	heit (N)	Ja: Nei	Ansprüchen: Ansprüche	4-18,20-22,24-35 1-3,19,23		
	Erfin	nderische Tätigkeit (E	•	Ansprüchen: Ansprüche		27,29-35	
	Gew	verbliche Anwendbark	, ,	Ansprüche n: Ansprüche	1-35		
		erlagen und Erklärung e Beiblatt	en				

#### VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist: siehe Beiblatt

#### Punkt V

Es wird auf das folgende Dokument verwiesen:

D1: PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 08, 29. September 1995 (1995-09-29) -& JP 07 131886 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 19. Mai 1995 (1995-05-19)

#### Anspruch 1

Gemäß D1 werden die Signale - unterschiedliche Empfindlichkeit und/oder unterschiedliche Frequenzgänge der Mikrofone- automatisch ausgeglichen (vgl. z. B. "to automatically correct...", und "As the result, levels of input signals ... are equal to each other even in the case of the variance in sensibility of microfone units"). Ferner werden die Mikrofone paarweise berücksichtigt (Mikrofon 14 mit allen anderen).  $As_{ij} \zeta_{ij}$ Somit erfüllt der Anspruch 1 nicht die Erfordernisse des Artikels 33(2) EPÜ bezüglich Flylich a miss who Frenches to a Color of the miles for a will be with the formation of the first will be with the formation of the first and the formation of the first will be the first of the first der Neuheit.

#### Anspruch 2

Gemäß D1 (siehe die Zeichnung 1 bis 4) werden die Signale paarweise bearbeitet. Die Zeichnungen 2, 3 und 4 zeigen, daß der Unterschied der Signale verwendet wird. Somit erfüllt der Anspruch 2 nicht die Erfordernisse des Artikels 33(2) EPÜ bezüglich der Neuheit.

#### Anspruch 3

Aus D1 (vgl. Zeichnungen 2, 3 und 4) geht hervor, daß die Signale(siehe Referenz 23, 33, 43, 24, 34, 44) gefiltert werden, daß die Signalpegeldifferenzen gebildet werden. und daß die ungefilterten Signale in Abhängigkeit den Signalpegeldifferenzen der jeweiligen Signalpegel geändert wird. Da die Ausgangssignale alle den gleichen Pegel haben, müssen die Signalpegel solange verändert werden, bis die Signalpegeldifferenzen jeweils im wesentlichen den wert "0" annehmen.

#### Anspruch 4

Die Merkmale dieses Anspruchs sind aus dem Stand der Technik gemäß dem vorliegenden Recherchenbericht nicht ableitbar, da im Stand der Technik regelbare Verstärker verwendet werden.

#### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT - BEIBLATT



Somit erfüllt dieser Anspruch die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

#### Ansprüche 5 und 6

Diese Ansprüche, insofern sie von Anspruch 4 abhängig sind, erfüllen die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

#### Anspruch 7

Der Anspruch 7 unterscheidet sich vom Anspruch 3, dessen Merkmale nicht neu sind, dadurch, daß vor der Signalpegelmessung keine Filterung stattfindet. Dies kann jedoch nicht als erfinderisches Zutun anerkannt werden.

Somit erfüllt der Anspruch 3 nicht die Erfordernisse des Artikels 33(3) PCT.

#### Anspruch 8

Die Merkmale dieses Anspruchs sind aus dem Stand der Technik gemäß dem vorliegenden Recherchenbericht nicht ableitbar, da im Stand der Technik regelbare Verstärker verwendet werden.

Somit erfüllt dieser Anspruch die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

#### Ansprüche 9 bis 18

Diese Ansprüche, insofern sie von Anspruch 4 und/oder Anspruch 8 abhängig sind, erfüllen die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

#### Anspruch 19

Die Feststellung gegenüber den Verfahrensansprüchen 1 - 3 übertragen sich ohne weiteres auf den Vorrichtungsanspruch 19.

Somit erfüllen der Anspruch 19 nicht die Erfordernisse des Artikels 33(2) EPÜ bezüglich der Neuheit.

#### Anspruch 20

Die Feststellung gegenüber dem Verfahrensanspruch 4 übertragen sich ohne weiteres auf den Vorrichtungsanspruch 20.

Somit erfüllt dieser Anspruch die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

#### Ansprüche 21 und 22

Diese Ansprüche, insofern sie von Anspruch 20 abhängig sind, erfüllen die



Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

#### Anspruch 23

Die Feststellung gegenüber den Verfahrensansprüchen 1 - 3 übertragen sich ohne weiteres auf den Vorrichtungsanspruch 23.

Somit erfüllen der Anspruch 23 nicht die Erfordernisse des Artikels 33(2) EPÜ bezüglich der Neuheit.

#### Anspruch 24

Die Feststellung gegenüber dem Verfahrensanspruch 8 übertragen sich ohne weiteres auf den Vorrichtungsanspruch 24.

Somit erfüllt dieser Anspruch die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

### Anspruch 25 vielet stubisch, worden den unich

Dieser Anspruch unterscheidet sich von den vorherigen Vorrichtungsansprüche dadurch, daß Entzerrungsfiltern verwendet werden. Dieser Unterschied kann jedoch nicht auf ein erfinderisches Zutun beruhen.

Somit erfüllen der Anspruch 25 nicht die Erfordernisse des Artikels 33(3) EPÜ bezüglich der erfinderischen Tätigkeit.

#### Anspruch 26

Die Verwendung eines Bandpaßfilter als Filter ist für den Fachmann eine fachübliche Maßnahme und ist daher offensichtlich.

Somit enthält der abhängige Anspruch 26 keine Merkmale, die in Kombination mit den Merkmalen des Anspruchs 25, die Erfordernisse des PCT in bezug auf erfinderische Tätigkeit erfüllen. Daher erfüllt der Anspruch 26 nicht die Erfordernisse des Artikels 33(3) EPÜ.

#### Anspruch 27

Die Merkmale dieses Anspruchs sind aus dem Stand der Technik gemäß dem vorliegenden Recherchenbericht nicht ableitbar, da im Stand der Technik regelbare Verstärker verwendet werden.

Somit erfüllt dieser Anspruch die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.



#### Anspruch 28

Dieser Anspruch unterscheidet sich von den vorherigen Vorrichtungsansprüche dadurch, daß Entzerrungsfiltern verwendet werden. Dieser Unterschied kann jedoch nicht auf ein erfinderisches Zutun beruhen.

Somit erfüllen der Anspruch 25 nicht die Erfordernisse des Artikels 33(3) EPÜ bezüglich der erfinderischen Tätigkeit.

#### Anspruch 29

Die Merkmale dieses Anspruchs sind aus dem Stand der Technik gemäß dem vorliegenden Recherchenbericht nicht ableitbar, da im Stand der Technik regelbare Verstärker verwendet werden.

Somit erfüllt dieser Anspruch die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

#### Ansprüche 30 bis 35

Diese Ansprüche, insofern sie von Anspruch 20 und/oder Anspruch 24 und/oder Anspruch 27 und/oder Anspruch 29 abhängig sind, erfüllen die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

#### Punkt VII

Im Widerspruch zu den Erfordernissen der Regel 5.1 a) ii) PCT werden in der Beschreibung weder der in dem Dokument D1 offenbarte einschlägige Stand der Technik noch dieses Dokument angegeben.

### VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT

	/			•	
/		nder: INTERNATIOI	NALE RECHERCHENBEHÖRDE		PCT
	SIEMENS AG Postfach 22 16 34 D-80506 München GERMANY  Sing. 2 2. Nov. 2000		INTERNATIONAL ODER (	ER DIE ÜBERMITTLUNG DES EN RECHERCHENBERICHTS DER ERKLÄRUNG (Regel 44.1 PCT)	
			GR Frist	Absendedatum (Tag/Monat/Jahr)	2/11/2000
	Aldon	sisten des Asmeldes	a adar Anyaka	2	2/11/2000
100		eichen des Anmelder 2377P	s oder Anwaits	WEITERES VORGEHE	Siehe Punkte 1 und 4 unten
rand		tionales Aktenzeicher DE 00/00859	ו	Internationales Anmeldeda (Tag/Monat/Jahr) 2	atum 0/03/2000
,	Anmelo	der			
	SIEM	ENS AKTIENGE:	SELLSCHAFT et al.		
	1. X		d mitgeteilt. daß der internationale Reche		und ihm hiermit übermittelt wird.
			Änderungen und einer Erklärung nach auf eigenen Wunsch die Ansprüche der		ändern (siehe Regel 46):
			derungen einzureichen?		
		Die Frist zur E internationale	Einreichung solcher Änderungen beträgt n Recherchenberichts; weitere Einzelhei	üblicherweise zwei Monate a en sind den Anmerkungen a	ab der Übermittlung des auf dem Beiblatt zu entnehmen.
		Wo sind Änderung			
,			eim Internationalen Büro der WIPO, 34, ( 1-22) 740.14.35	CHEMIN des Colombettes, (	CH-1211 Genf 20,
500		Nähere Hinwelse	sind den Anmerkungen auf dem Beiblatt	zu entnehmen.	
ZW.	2.	Dem Anmelder wird Artikel 17(2)a) über	d mitgeteilt, daß kein internationaler Rech mittelt wird.	erchenbericht erstellt wird u	nd daß ihm hiermit die Erklärung nach
	3.	Hinsichtlich des Vondem Anmelder mitg		er zusätzlichen Gebühr (zusa	ätzlicher Gebühren) nach Regel 40.2 wird
		der Widerspruchs Widerspruchs sind.	ich und die Entscheidung hierüber zusan als auch der Entscheidung hierüber an d	nmen mit seinem Antrag auf die Bestimmungsämter dem	Übermittlung des Wortlauts sowohl des Internationalen Büro übermittelt worden
		noch keine Er getroffen wurd	ntscheidung über den Widerspruch vorlie de.	gt; der Anmelder wird benac	hrichtigt, sobald eine Entscheidung
	Kur lich bzw	t. Will der Anmelder d v. 90 <sup>013</sup> 3 vor Abschluß	Der Anmelder wird auf folgendes aufm Monaten seit dem Prioritätsdatum wird of ie Veröffentlichung verhindern oder auf er der technischen Vorbereitungen für die in nmeldung oder des Prioritätsanspruchs b	tie internationale Anmeldung inen späteren Zeitpunkt ver nternationale Veröffentlichur	schieben, so muß gemäß Regel 90 <sup>01</sup> 1 ng eine Erklärung über die Zurücknah-
	Anr	erhalb von <b>19 Monate</b> nelder den Eintritt in d schieben möchte.	en seit dem Prioritätsdatum ist ein Antrag die nationale Phase bis zu 30 Monaten se i	auf internationale vorläufige eit dem Prioritätsdatum (in m	e Prüfung einzureichen, wenn der lanchen Ämtern sogar noch länger)
	Har Anr	ndlungen vor allen Be	en seit dem Prioritätsdatum muß der Ann stimmungsämtern vornehmen, die nicht i achträglichen Auswahlerklärung ausgewä nicht verbindlich ist.	nnerhalb von 19 Monaten se	eit dem Prioritätsdatum in der
	Name (		Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bedienste	eter
	٤	NL-2280 HV Rij	10-2040, Tx. 31 651 epo nl,	Carole Emery	

Diese Anmerkungen sollen grundlegende Hinweise zur Einreichung von Änderungen gemäß Artikel 19 geben. Diesen Anmerkungen liegen die Erfordernisse des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens (PCT), der Ausführungsordnung und der Verwaltungsrichtlinien zu diesem Vertrag zugrunde. Bei Abweichungen zwischen diesen Anmerkungen und 
obengenannten Texten sind letztere maßgebend. Nähere Einzelheiten sind dem PCT-Leitfaden für Anmelder, einer Veröffentlichung der 
WIPO, zu entnehmen.

Die in diesen Anmerkungen verwendeten Begriffe "Artikel", "Regel" und "Abschnitt" beziehen sich jeweils auf die Bestimmungen des PCT-Vertrags, der PCT-Ausführungsordnung bzw. der PCT-Verwaltungsrichtlinien.

#### HINWEISE ZU ÄNDERUNGEN GEMÄSS ARTIKEL 19

Nach Erhalt des internationalen Recherchenberichts hat der Anmelder die Möglichkeit, einmal die Ansprüche der internationalen Anmeldung zu ändern. Es ist jedoch zu betonen, daß, da alle Teile der internationalen Anmeldung (Ansprüche, Beschreibung und Zeichnungen) während des internationalen vorläufigen Prüfungsverfahrens geändert werden können, normalerweise keine Notwendigkeit besteht, Änderungen der Ansprüche nach Artikel 19 einzureichen, außer wenn der Anmelder z.B. zum Zwecke eines vorläufigen Schutzes die Veröffentlichung dieser Ansprüche wünscht oder ein anderer Grund für eine Änderung der Ansprüche vor ihrer internationalen Veröffentlichung vorliegt. Weiterhin ist zu beachten, daß ein vorläufiger Schutz nur in einigen Staaten erhältlich ist.

#### Welche Telle der internationalen Anmeldung können geändert werden?

Im Rahmen von Artikel 19 können nur die Ansprüche geändert werden.

In der internationalen Phase können die Ansprüche auch nach Artikel 34 vor der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde geändert (oder nochmals geändert) werden. Die Beschreibung und die Zeichnungen können nur nach Artikel 34 vor der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde geändert werden.

Beim Eintritt in die nationale Phase können alle Teile der internationalen Anmeldung nach Artikel 28 oder gegebenenfalls Artikel 41 geändert werden.

#### Bis wann sind Ånderungen einzureichen?

Innerhalb von zwei Monaten ab der Übermittlung des internationalen Recherchenberichts oder innerhalb von sechzehn Monaten ab dem Prioritätsdatum, je nachdem, welche Frist später abläuft. Die Änderungen gelten jedoch als rechtzeitig eingereicht, wenn sie dem Internationalen Büro nach Ablauf der maßgebenden Frist, aber noch vor Abschluß der technischen Vorbereitungen für die internationale Veröffentlichung (Regel 46.1) zugehen.

#### Wo sind die Änderungen nicht einzureichen?

Die Änderungen können nur beim Internationalen Büro, nicht aber beim Anmeldeamt oder der Internationalen Recherchenbehörde eingereicht werden (Regel 46.2).

Falls ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung eingereicht wurde/wird, siehe unten.

#### in welcher Form können Änderungen erfolgen?

Eine Änderung kann erfolgen durch Streichung eines oder mehrerer ganzer Ansprüche, durch Hinzufügung eines oder mehrerer neuer Ansprüche oder durch Änderung des Wortlauts eines oder mehrerer Ansprüche in der eingereichten Fassung.

Für jedes Anspruchsblatt, das sich aufgrund einer oder mehrerer Änderungen von dem ursprünglich eingereichten Blatt unterscheidet, ist ein Ersatzblatt einzureichen.

Alle Ansprüche, die auf einem Ersatzblatt erscheinen, sind mit arabischen Ziffern zu numerieren. Wird ein Ansprüch gestrichen, so brauchen, die anderen Ansprüche nicht neu numeriert zu werden. Im Fall einer Neunumerierung sind die Ansprüche fortlaufend zu numerieren (Verwaltungsrichtlinien, Abschnitt 205 b)).

Die Änderungen sind in der Sprache abzufassen, in der dieinternationale Anmeidung veröffentlicht wird.

#### Welche Unterlagen sind den Änderungen beizufügen?

#### Beglettschreiben (Abschnitt 205 b)):

Die Änderungen sind mit einem Begleitschreiben einzureichen.

Das Begleitschreiben wird nicht zusammen mit der internationalen Anmeldung und den geänderten Ansprüchen veröffentlicht. Es ist nicht zu verwechseln mit der "Erklärung nach Artikel 19(1)" (siehe unten, "Erklärung nach Artikel 19 (1)").

Das Begleitschreiben ist nach Wahl des Anmelders in englischer oder französischer Sprache abzufassen. Bei englischsprachigen internationalen Anmeldungen ist das Begleitschreiben aber ebenfalls in englischer, bei französischsprachigen internationalen Anmeldungen in französischer Sprache abzufassen.

Anmerkungen zu Formblatt PCT/ISA/220 (Blatt 1) (Januar 1994)

Im Begleitschreiben sind die Unterschiede zwischen den Ansprüchen in der eingereichten Fassung und den geänderten Ansprüchen anzugeben. So ist insbesondere zu jedem Ansprüch in der internationalen Anmeldung anzugeben (gleichlautende Angaben zu verschiedenen Ansprüchen können zusammengefaßt werden), ob

- i) der Anspruch unverändert ist;
- ii) der Anspruch gestrichen worden ist;
- iii) der Anspruch neu ist;
- iv) der Anspruch einen oder mehrere Ansprüche in der eingereichten. Fassung ersetzt;
- v) der Anspruch auf die Teilung eines Anspruchs in der eingereichten Fassung zurückzuführen ist.

#### Im folgenden sind Beispiele angegeben, wie Änderungen im Begleitschreiben zu erläutern sind:

- [Wenn anstelle von ursprünglich 48 Ansprüchen nach der Änderung einiger Ansprüche 51 Ansprüche existieren]:
   \*Die Ansprüche 1 bis 29, 31, 32, 34, 35, 37 bis 48 werden durch geänderte Ansprüche gleicher Numerierung ersetzt; Ansprüche 30, 33 und 36 unverändert; neue Ansprüche 49 bis 51 hinzugefügt.\*
- (Wenn anstelle von ursprünglich 15 Ansprüchen nach der Änderung aller Ansprüche 11 Ansprüche existieren): "Geänderte Ansprüche 1 bis 11 treten an die Stelle der Ansprüche 1 bis 15."
- 3. [Wenn ursprünglich 14 Ansprüche existierten und die Änderungen darin bestehen, daß einige Ansprüche gestrichen werden und neue Ansprüche hinzugefügt werden]: Ansprüche 1 bis 6 und 14 unverändert; Ansprüche 7 bis 13 gestrichen; neue Ansprüche 15, 16 und 17 hinzugefügt. "Oder" Ansprüche 7 bis 13 gestrichen; neue Ansprüche 15, 16 und 17 hinzugefügt; alle übrigen Ansprüche unverändert."
- 4. [Wenn verschiedene Arten von Änderungen durchgeführt werden]: "Ansprüche 1-10 unverändert; Ansprüche 11 bis 13, 18 und 19 gestrichen; Ansprüche 14, 15 und 16 durch geänderten Ansprüch 14 ersetzt; Ansprüch 17 in geänderte Ansprüche 15, 16 und 17 unterteilt; neue Ansprüche 20 und 21 hinzugefügt."

#### "Erklärung nach Artikel 19(1)" (Regel 46.4)

Den Änderungen kann eine Erklärung beigefügt werden, mit der die Änderungen erläutert und ihre Auswirkungen auf die Beschreibung und die Zeichnungen dargelegt werden (die nicht nach Artikel 19 (1) geändert werden können).

Die Erklärung wird zusammen mit der internationalen Anmeldung und den geänderten Ansprüchen veröffentlicht.

Sie ist in der Sprache abzufassen, in der die internationalen Anmeldung veröffentlicht wird.

Sie muß kurz gehalten sein und darf, wenn in englischer Sprache abgefaßt oder ins Englische übersetzt, nicht mehr als 500 Wörter umfassen

Die Erklärung ist nicht zu verwechseln mit dem Begleitschreiben, das auf die Unterschiede zwischen den Ansprüchen in der eingereichten Fassung und den geänderten Ansprüchen hinweist, und ersetzt letzteres nicht. Sie ist auf einem gesonderten Blatt einzureichen und in der Überschrift als solche zu kennzeichnen, vorzugsweise mit den Worten "Erklärung nach Artikel 19 (1)".

Die Erklärung darf keine herabsetzenden Äußerungen über den inter nationalen Recherchenbericht oder die Bedeutung von in dem Bericht angeführten Veröffentlichungen enthalten. Sie darf auf im internationalen Recherchenbericht angeführte Veröffentlichungen, die sich auf einen bestimmten Anspruch beziehen, nur im Zusammenhang mit einer Änderung dieses Anspruchs Bezug nehmen.

#### Auswirkungen eines bereits gestellten Antrags auf internationalevorläufige Prüfung

lst zum Zeitpunkt der Einreichung von Änderungen nach Artikel 19 bereits ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung gestellt worden, so sollte der Anmelder in seinem Interesse gleichzeitig mit der Einreichung der Änderungen beim Internation alen Büro auch eine Kopie der Änderungen bei der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragen Behörde einreichen (siehe Regel 62.2 a), erster Satz).

#### Auswirkungen von Änderungen hinsichtlich der Übersetzung derinternationalen Anmeidung beim Eintritt in die nationale Phase

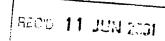
Der Anmelder wird darauf hingewiesen, daß bei Eintritt in die nationale Phase möglicherweise anstatt oder zusätzlich zu der Übersetzung der Ansprüche in der eingereichten Fassung eine Übersetzung der nach Artikel 19 geänderten Ansprüche an die bestimmten/ausgewählten Ämter zu übermitteln ist.

Nähere Einzelheiten über die Erfordemisse jedes bestimmten/ausgewählten Amts sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.



# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

### **PCT**



### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

			(Artikel 36 und Reg	ei 70 PC	· 1 <i>)</i>
Aktenzeiche 1999P02		Anmelders oder Anwalts	WEITERES VORGEHEN		ilung über die Übersendung des internationalen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)
Internationa	les Al	denzeichen	Internationales Anmeldedatum(7	ag/Monat/Jahr)	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag)
PCT/DEC			20/03/2000		19/03/1999
H04R3/0		entklassifikation (IPK) oder	nationale Klassifikation und IPK		
Anmelder SIEMENS	S AK	TIENGESELLSCHAF	T et al.		
1. Diese Behör	<ol> <li>Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.</li> </ol>				
2. Diese	r BEF	RICHT umfaßt insgesam	t 7 Blätter einschließlich diese	s Deckblatts.	
u	nd/od	er Zeichnungen, die ge	ändert wurden und diesem Beri	cht zugrunde	itter mit Beschreibungen, Ansprüchen liegen, und/oder Blätter mit vor dieser tt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).
Diese	Anla	gen umfassen insgesan	nt Blätter.		
3. Diese	r Beri	cht enthält Angaben zu			
1	×	Grundlage des Bericht	s		
H		Priorität	Outschians About Namboit orfin	doriocho Täti	inkait und gewerhliche Anwendharkeit
III				iderische Fall	igkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
V	Ľ ⊠	Begründete Feststellur		h der Neuheit ngen zur Stüt	, der erfinderischen Tätigkeit und der tzung dieser Feststellung
VI		Bestimmte angeführte	Unterlagen		
VII	$\boxtimes$	Bestimmte Mängel der	internationalen Anmeldung		
VIII		Bestimmte Bemerkung	gen zur internationalen Anmeld	ung	
Datum der	Einreid	chung des Antrags	Datum	der Fertigstell	ung dieses Berichts
17/10/20		g	07.06		-
	auftraç	nschrift der mit der intemati gten Behörde: ppäisches Patentamt	onalen vorläufigen Bevol	mächtigter Bed	iensteter
<i>)</i> ))	D-80	ppaisches Palentam 1298 München +49 89 2399 - 0 Tx: 52365	Erns	t, C	AND STATE OF THE PROPERTY OF T

#### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER **PRÜFUNGSBERICHT**

Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/00859

, I.

I.	Grundlage des Berichts						
1.	Hinsichtlich der Bestandteile der internationalen Anmeldung (Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)): Beschreibung, Seiten:						
	1-14	4	ursprüngliche Fassung				
	Pate	entansprüche, Nr.	. <del>:</del>				
	1-3	5	ursprüngliche Fassung				
	Zeid	chnungen, Blätter	: :				
	1/7-	7/7	ursprüngliche Fassung				
die internationale Anmeldung eingereicht wo unter diesem Punkt nichts anderes angegeb Die Bestandteile standen der Behörde in der eingereicht; dabei handelt es sich um		internationale Anm	he: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der eldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern chts anderes angegeben ist.				
			len der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache delt es sich um				
			bersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach				
		die Veröffentlichu	ngssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).				
			lbersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden 5.2 und/oder 55.3).				
3.	Hin: inte	sichtlich der in der i rnationale vorläufig	internationalen Anmeldung offenbarten <b>Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz</b> ist die ge Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:				
		in der internationa	llen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.				
		zusammen mit de	r internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.				
		bei der Behörde n	achträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.				
		bei der Behörde n	achträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.				
		Die Erklärung, dal Offenbarungsgeh	ß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den alt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.				
			ß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen entsprechen, wurde vorgelegt.				
4.	Auf	grund der Änderun	gen sind folgende Unterlagen fortgefallen:				

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/00859

		Beschreibung,	Seiten:			
		Ansprüche,	Nr.:			
		Zeichnungen,	Blatt:			
5.		Dieser Bericht ist ohr angegebenen Gründ eingereichten Fassu	en nach Auffass	ung der Behör	en) der Änderungen erstellt worde de über den Offenbarungsgehalt i ).	n, da diese aus den n der ursprünglich
		(Auf Ersatzblätter, di beizufügen).	e solche Änderui	ngen enthalter	n, ist unter Punkt 1 hinzuweisen;si	e sind diesem Bericht
6.	Etw	aige zusätzliche Bem	erkungen:			
٧.	Beg gew	ıründete Feststellun verblichen Anwendb	g nach Artikel 3 arkeit; Unterlag	5(2) hinsichtl en und Erkläi	ich der Neuheit, der erfinderisch ungen zur Stützung dieser Fest	nen Tätigkeit und der stellung
1.	Fes	tstellung				
	Neu	nheit (N)	Ja: Nein	Ansprüche : Ansprüche	4-18,20-22,24-35 1-3,19,23	
	Erfii	nderische Tätigkeit (E		Ansprüche : Ansprüche	4-6,8-18,20-22,24,27,29-35 7,25,26,28	
	Gev	verbliche Anwendbarl		Ansprüche : Ansprüche	1-35	
2.	Unt	erlagen und Erklärung	gen			

#### VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

siehe Beiblatt

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist: siehe Beiblatt

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT - BEIBLATT

#### Punkt V

Es wird auf das folgende Dokument verwiesen:

D1: PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 08, 29. September 1995 (1995-09-29) -& JP 07 131886 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 19. Mai 1995 (1995-05-19)

#### Anspruch 1

Gemäß D1 werden die Signale - unterschiedliche Empfindlichkeit und/oder unterschiedliche Frequenzgänge der Mikrofone- automatisch ausgeglichen (vgl. z. B. "to automatically correct...", und "As the result, levels of input signals ... are equal to each other even in the case of the variance in sensibility of microfone units"). Ferner werden die Mikrofone paarweise berücksichtigt (Mikrofon 14 mit allen anderen). Somit erfüllt der Anspruch 1 nicht die Erfordernisse des Artikels 33(2) EPÜ bezüglich der Neuheit.

#### Anspruch 2

Gemäß D1 (siehe die Zeichnung 1 bis 4) werden die Signale paarweise bearbeitet. Die Zeichnungen 2, 3 und 4 zeigen, daß der Unterschied der Signale verwendet wird. Somit erfüllt der Anspruch 2 nicht die Erfordernisse des Artikels 33(2) EPÜ bezüglich der Neuheit.

#### Anspruch 3

Aus D1 (vgl. Zeichnungen 2, 3 und 4) geht hervor, daß die Signale(siehe Referenz 23, 33, 43, 24, 34, 44) gefiltert werden, daß die Signalpegeldifferenzen gebildet werden, und daß die ungefilterten Signale in Abhängigkeit den Signalpegeldifferenzen der jeweiligen Signalpegel geändert wird. Da die Ausgangssignale alle den gleichen Pegel haben, müssen die Signalpegel solange verändert werden, bis die Signalpegeldifferenzen jeweils im wesentlichen den wert "0" annehmen.

#### Anspruch 4

Die Merkmale dieses Anspruchs sind aus dem Stand der Technik gemäß dem vorliegenden Recherchenbericht nicht ableitbar, da im Stand der Technik regelbare Verstärker verwendet werden.

Somit erfüllt dieser Anspruch die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

#### Ansprüche 5 und 6

Diese Ansprüche, insofern sie von Anspruch 4 abhängig sind, erfüllen die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

#### Anspruch 7

Der Anspruch 7 unterscheidet sich vom Anspruch 3, dessen Merkmale nicht neu sind, dadurch, daß vor der Signalpegelmessung keine Filterung stattfindet. Dies kann jedoch nicht als erfinderisches Zutun anerkannt werden.

Somit erfüllt der Anspruch 3 nicht die Erfordernisse des Artikels 33(3) PCT.

#### Anspruch 8

Die Merkmale dieses Anspruchs sind aus dem Stand der Technik gemäß dem vorliegenden Recherchenbericht nicht ableitbar, da im Stand der Technik regelbare Verstärker verwendet werden.

Somit erfüllt dieser Anspruch die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

#### Ansprüche 9 bis 18

Diese Ansprüche, insofern sie von Anspruch 4 und/oder Anspruch 8 abhängig sind, erfüllen die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

#### Anspruch 19

Die Feststellung gegenüber den Verfahrensansprüchen 1 - 3 übertragen sich ohne weiteres auf den Vorrichtungsanspruch 19.

Somit erfüllen der Anspruch 19 nicht die Erfordernisse des Artikels 33(2) EPÜ bezüglich der Neuheit.

#### Anspruch 20

Die Feststellung gegenüber dem Verfahrensanspruch 4 übertragen sich ohne weiteres auf den Vorrichtungsanspruch 20.

Somit erfüllt dieser Anspruch die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

#### Ansprüche 21 und 22

Diese Ansprüche, insofern sie von Anspruch 20 abhängig sind, erfüllen die

Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

#### Anspruch 23

Die Feststellung gegenüber den Verfahrensansprüchen 1 - 3 übertragen sich ohne weiteres auf den Vorrichtungsanspruch 23.

Somit erfüllen der Anspruch 23 nicht die Erfordernisse des Artikels 33(2) EPÜ bezüglich der Neuheit.

#### Anspruch 24

Die Feststellung gegenüber dem Verfahrensanspruch 8 übertragen sich ohne weiteres auf den Vorrichtungsanspruch 24.

Somit erfüllt dieser Anspruch die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

#### Anspruch 25

Dieser Anspruch unterscheidet sich von den vorherigen Vorrichtungsansprüche dadurch, daß Entzerrungsfiltern verwendet werden. Dieser Unterschied kann jedoch nicht auf ein erfinderisches Zutun beruhen.

Somit erfüllen der Anspruch 25 nicht die Erfordernisse des Artikels 33(3) EPÜ bezüglich der erfinderischen Tätigkeit.

#### Anspruch 26

Die Verwendung eines Bandpaßfilter als Filter ist für den Fachmann eine fachübliche Maßnahme und ist daher offensichtlich.

Somit enthält der abhängige Anspruch 26 keine Merkmale, die in Kombination mit den Merkmalen des Anspruchs 25, die Erfordernisse des PCT in bezug auf erfinderische Tätigkeit erfüllen. Daher erfüllt der Anspruch 26 nicht die Erfordernisse des Artikels 33(3) EPÜ.

#### Anspruch 27

Die Merkmale dieses Anspruchs sind aus dem Stand der Technik gemäß dem vorliegenden Recherchenbericht nicht ableitbar, da im Stand der Technik regelbare Verstärker verwendet werden.

Somit erfüllt dieser Anspruch die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

#### Anspruch 28

Dieser Anspruch unterscheidet sich von den vorherigen Vorrichtungsansprüche dadurch, daß Entzerrungsfiltern verwendet werden. Dieser Unterschied kann jedoch nicht auf ein erfinderisches Zutun beruhen.

Somit erfüllen der Anspruch 25 nicht die Erfordernisse des Artikels 33(3) EPÜ bezüglich der erfinderischen Tätigkeit.

#### Anspruch 29

Die Merkmale dieses Anspruchs sind aus dem Stand der Technik gemäß dem vorliegenden Recherchenbericht nicht ableitbar, da im Stand der Technik regelbare Verstärker verwendet werden.

Somit erfüllt dieser Anspruch die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

#### Ansprüche 30 bis 35

Diese Ansprüche, insofern sie von Anspruch 20 und/oder Anspruch 24 und/oder Anspruch 27 und/oder Anspruch 29 abhängig sind, erfüllen die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

#### Punkt VII

Im Widerspruch zu den Erfordernissen der Regel 5.1 a) ii) PCT werden in der Beschreibung weder der in dem Dokument D1 offenbarte einschlägige Stand der Technik noch dieses Dokument angegeben.

#### PATENT COOPERATION TREATY

### **PCT**

## Translation INTE INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 99P2377P	FOR FURTHER ACTION	See Notific	cation of Transmittal of International Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No.	International filing date (day/n		Priority date (day/month/year)	
PCT/DE00/00859	20 March 2000 (20.	• •	19 March 1999 (19.03.99)	
International Patent Classification (IPC) or n H04R 3/00	ational classification and IPC			
Applicant S	SIEMENS AKTIENGESE	LLSCHAF	Γ	
This international preliminary example Authority and is transmitted to the authority and its transmitted to the authority and authority authority and authority authority and authority authority and authority aut			International Preliminary Examining	
2. This REPORT consists of a total of	5 sheets, including	ng this cover s	heet.	
been amended and are the ba	nied by ANNEXES, i.e., sheets of asis for this report and/or sheets 607 of the Administrative Instru	containing re	ion, claims and/or drawings which have ctifications made before this Authority he PCT).	
These annexes consist of a to	otal of sheets.			
3. This report contains indications relat	ting to the following items:			
$_{ m I}$ Basis of the report				
II Priority				
III Non-establishment	of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability			
IV Lack of unity of in	ention			
V Reasoned statement under Article 35(2) citations and explanations supporting such		d to novelty, in	nventive step or industrial applicability;	
VI Certain documents	cited			
VII Certain defects in t	the international application	he international application		
VIII Certain observation	ns on the international application	on		
Date of submission of the demand	Date of	completion o	f this report	
17 October 2000 (17.1)	1	•	June 2001 (07.06.2001)	
Name and mailing address of the IPEA/EP	Author	ized officer		
Facsimile No.	Telepho	one No.		

73

International application No.

#### PCT/DE00/00859

I. Basis of th	e report				
1. This report has been drawn on the basis of (Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.):					
	the international	application as ori	ginally filed.		
$\boxtimes$	the description,	pages	1-14	_, as originally filed,	
		pages		_, filed with the demand,	
		pages	<del></del> .	, filed with the letter of,	
		pages		, filed with the letter of	
$\boxtimes$	the claims,	Nos.	1-35	_ , as originally filed,	
		Nos		, as amended under Article 19,	
		Nos.		, filed with the demand,	
		Nos		, filed with the letter of,	
		Nos.	W	, filed with the letter of	
$\boxtimes$	the drawings,	sheets/fig	1/7-7/7	_ , as originally filed,	
		sheets/fig		, filed with the demand,	
		sheets/fig	<u> </u>	, filed with the letter of,	
		sheets/fig	·	, filed with the letter of	
2. The amend	ments have resulte	ed in the cancellati	ion of:		
	the description,	pages			
	the claims,	Nos.			
	the drawings,	sheets/fig			
. This	report has been es	stablished as if (so	me of the am	endments had not been made, since they have been considered	
3. to go	beyond the disclo	osure as filed, as in	idicated in the	Supplemental Box (Rule 70.2(c)).	
4 Additional	observations, if ne	oceccam.			
4. Additional	observations, if he	cessary.			

International application No. PCT/DE 00/00859

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1.	Statement			
	Novelty (N)	Claims	4-18, 20-22, 24-35	YES
		Claims	1-3, 19, 23	NO .
	Inventive step (IS)	Claims	4-6,8-18,20-22,24,27,29-35	YES
		Claims	7, 25, 26, 28	NO
	Industrial applicability (IA)	Claims	1-35	YES
		Claims		NO

#### 2. Citations and explanations

Reference is made to the following document:

D1: PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Vol. 1995, No. 08, 29
September 1995 (1995-09-29) & JP-A-07 131 886
(MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 19 May 1995 (1995-05-19).

#### Claim 1

As per D1, the signals - different sensitivity and/or different frequency characteristics of the microphones - are automatically equalised (cf., for example, "to automatically correct...", and "As the result, levels of input signals...are equal to each other even in the case of the variance in sensibility of microfone units"). In addition, the microphones are considered in pairs (microphone (14) with all the others).

Consequently, Claim 1 does not meet the novelty requirements of PCT Article 33(2).

#### Claim 2

As per D1 (see Drawings 1 to 4), the signals are processed in pairs. Drawings 2, 3 and 4 show that the difference between the signals is used.

Consequently, Claim 2 does not meet the novelty

International application No. PCT/DE 00/00859

requirement of PCT Article 33(2).

#### Claim 3

It follows from D1 (cf. Drawings 2,3 and 4) that the signals (see reference signs 23, 33, 43, 24, 34, 44) are filtered, that the signal level differences are formed, and that the unfiltered signals are altered as a function of the differences in the respective signal levels. Since the starting signals all have the same level, the signal levels must be altered until the respective signal level differences substantially have the value "0".

#### Claim 4

The features of this claim cannot be derived from the prior art as per the present search report, since said prior art uses controllable amplifiers.

Consequently, this claim meets the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

#### Claims 5 and 6

These claims, insofar as they are dependent on Claim 4, meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

#### Claim 7

Claim 7 differs from Claim 3, the features of which are not novel, in that there is no filtering prior to the measurement of the signal level. However, this cannot be considered inventive.

Claim 3 does not therefore meet the requirements of PCT Article 33(3).

#### Claim 8

The features of this claim cannot be derived from the prior art as per the present search report, since said prior art uses controllable amplifiers.

International application No.
PCT/DE 00/00859

Consequently, this claim does not meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

Claims 9 to 18

These claims, insofar as they are dependent on Claim 4 and/or Claim 8, meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

Claim 19

The statement with respect to method Claims 1-3 is directly applicable to device Claim 19.

Consequently, device Claim 19 does not meet the novelty requirements of PCT Article 33(2).

Claim 20

The statement with respect to method Claim 4 is directly applicable to device Claim 20.

Consequently, this claim meets the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

Claims 21 and 22

These claims, insofar as they are dependent on Claim 20, meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

Claim 23

The statement with respect to method Claims 1-3 is directly applicable to device Claim 23.

Consequently, Claim 23 does not meet the novelty requirements of PCT Article 33(2).

Claim 24

The statement with respect to method Claim 8 is directly applicable to device Claim 24.

Consequently, this claim meets the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

International application No.
PCT/DE 00/00859

Claim 25

This claim differs from the previous device claims in that equalisation filters are used. However, this difference does not involve inventive input.

Consequently, Claim 25 does not meet the inventive step requirements of PCT Article 33(3).

Claim 26

The use of a band pass filter as a filter is a standard measure to a person skilled in the art and is therefore obvious.

Consequently, dependent Claim 26 does not contain any features which, in combination with the features of Claim 25, meet the PCT inventive step requirements. Claim 26 does not therefore meet the requirements of PCT Article 33(3).

Claim 27

The feature of this claim cannot be derived from the prior art as per the present search report, since said prior art uses controllable amplifiers.

Consequently, this claim meets the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

Claim 28

This claim differs from the previous device claims in that equalisation filters are used. However, this difference does not involve inventive input.

Consequently, Claim 25 does not meet the inventive step requirements of PCT Article 33(3).

Claim 29

The features of this claim cannot be derived from the prior art as per the present search report, since said

International application No.
PCT/DE 00/00859

prior art uses controllable amplifiers.

Consequently, this claim meets the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

Claims 30 to 35

These claims, insofar as they are dependent on Claim 20 and/or Claim 24 and/or Claim 27 and/or Claim 29, meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

International application No. PCT/DE 00/00859

VII. Certain defects in the international application
The following defects in the form or contents of the international application have been noted:
Contrary to PCT Rule 5.1(a)(ii), the description does not
cite document D1 or indicate the relevant prior art
disclosed therein.
•